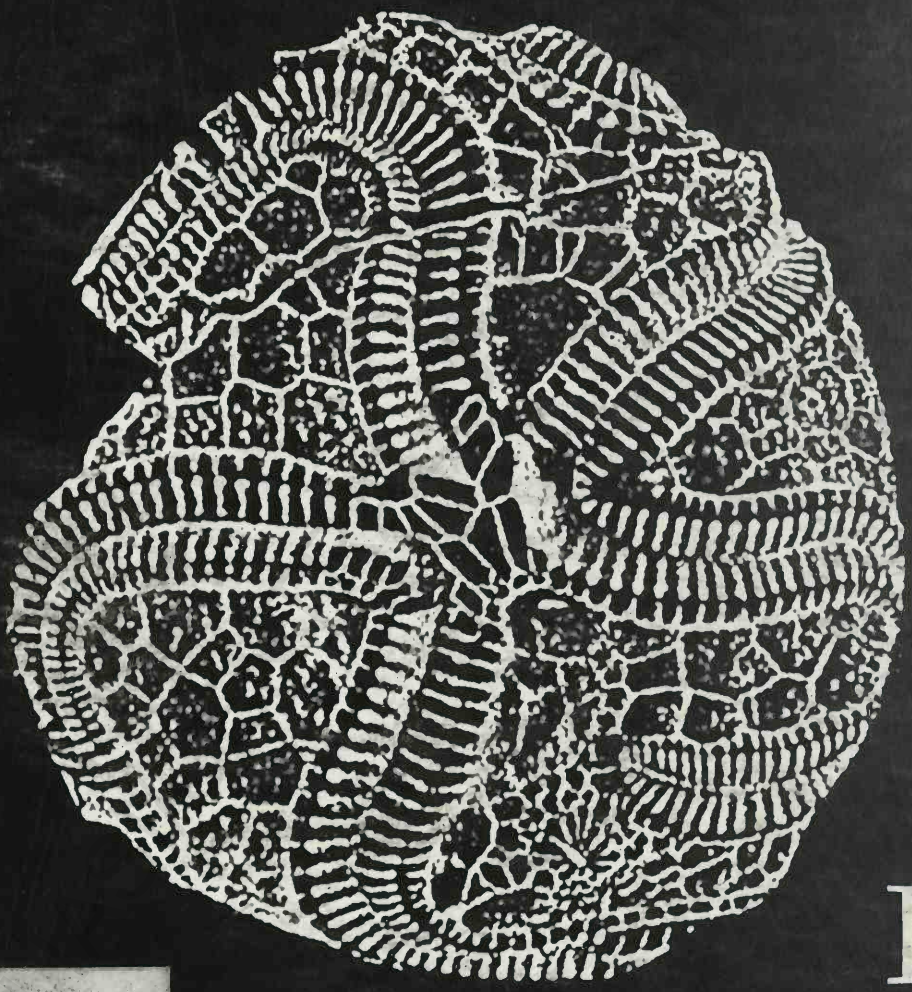
ION COJOCARU

PALEOBIOLOGIE



II

III 2 70.650

EDITURA UNIVERSITĂȚII „ALEXANDRU IOAN CUZA" IAȘI

BIBL. CENTR. UNIV.
„M. EMINESCU" IAŞI
III 270.650

BCU IAŞI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

ION COJOCARU

PALEOBIOLOGIE
II

BCU IASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Referenți științifici:

Prof.dr. Mihai BRÂNZILĂ
Universitatea „Al.I.Cuza" Iași, Facultatea de Geografie și Geologie

Prof.dr. Ioan MOGLAN
Universitatea „Alexandru Ioan Cuza" Iași, Facultatea de Biologie

Redactor: DANA LUNGU
Coperta: AL. CVASNÂI

ISBN 973 – 8243 – 56 – 4
973 – 8243 – 88 – 2

© Editura Universitătii "Alexandru Ioan Cuza", 2003
6600 – Iași, str. Păcurari nr. 9, tel./fax: (0232) 314947

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

ION COJOCARU

295062

PALEOBIOLOGIE

ELEMENTE DE PALEOBIOLOGIE ANIMALĂ

VOLUMUL II

343046

NEVERTEBRATE

364594
B.C.U. IASI

EDITURA UNIVERSITĂȚII „ALEXANDRU IOAN CUZA"
IAȘI – 2003

ALE
BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României
COJOCARU, ION
Paleobiologie / Ion Cojocaru - Iași : Editura Universității „Al. I. Cuza", 2002
4 vol.
ISBN 973-8243-56-4
Vol. 2: Elemente de paleobiologie animală. – 2003. - Bibliogr. - Index. – ISBN 973 – 8243–88–2

56:57

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

CUPRINS

Clasificarea regnului animal 11
Subregnul PROTOZOA 11
Încrengătura PROTOZOA 12
Clasa SARCODINA 12
Subclasa Rhizopoda 13
Ordinul Foraminiferida 13
Subclasa Actinopoda 44
Ordinul Radiolaria 45
Clasa CILIOPHORA 47
Incertae sedis CHITINOZOA 48
Subregnul METAZOA 49
Originea metazoarelor 51
Subdiviziunea Porifera 55
Încrengătura PORIFERA (SPONGIARIA) 55
Clasa CALCISPONGEA 58
Ordinul Pharetronida 59
Ordinul Sphinctozoa 59
Clasa HEXACTINELLIDA (HYALOSPONGEA) 60
Ordinul Lissakida 60
Ordinul Dictyida 60
Clasa DEMOSPONGEA 61
Ordinul Hadromerida (Monactinellida) 61
Ordinul Choristida (Tetractinellida) 62
Ordinul Lithistida 62
Filogenia spongierilor 64
Incertae sedis RECEPTACULIDA 65
Încrengătura ARCHAEOCYATHA 65
Subdiviziunea COELENTERATA 68
Încrengătura CNIDARIA 68
Clasa HYDROZOA 68
Ordinul Hydroida 71
Ordinul Milleporina 72
Ordinul Stylasterina 72
Ordinul Stromatoporoidea 74
Evoluția hidrozoarelor 75
Clasa SCYPHOZOA 76
Subclasa Scyphomedusae 77
Subclasa Conulata 77
Clasa ANTHOZOA 78
Subclasa Octocorallia 79
Ordinul Coenothecalia 79

Subclasa Zoantharia 80
Ordinul Rugosa (Tetracorallia) 81
Ordinul Scleractinia 90
Ordinul Tabulata 101
Filogenia antozoarelor 105
Paleoecologia antozoarelor 107
Încrengătura MOLLUSCA 108
Subîncrengătura Aculifera 110
Clasa APLACOPHORA 111
Subîncrengătura PLACOPHORA 111
Clasa POLYPLACOPHORA 111
Subîncrengătura CYRTOSOMA 112
Clasa MONOPLACOPHORA 112
Clasa GASTROPODA 114
Subclasa Prosobranchia 118
Ordinul Diotocardia (Archaeogastropoda) 119
Ordinul Monotocardia 122
Subclasa Opisthobranchia 128
Ordinul Pleurocoela 129
Ordinul Pteropoda 129
Subclasa Pulmonata 130
Ordinul Basommatophora 130
Ordinul Stylommatophora 131
Originea şi evoluţia gastropodelor 133
Clasa CEPHALOPODA 139
Subclasa Nautiloidea 142
Ordinul Ellesmerocerida 148
Ordinul Orthocerida 149
Ordinul Ascocerida 149
Ordinul Oncocerida 149
Ordinul Discosorida 150
Ordinul Tarphycerida 150
Ordinul Barrandeocerida 151
Ordinul Nautilida 151
Subclasa Endoceratoidea 154
Subclasa Actinoceratoidea 155
Subclasa Bactritoidea 156
Subclasa Ammonoidea 156
Ordinul Anarcestida 166
Ordinul Clymeniida 166
Ordinul Goniatitida 167
Ordinul Prolecanitida 167
Ordinul Ceratitida 169
Ordinul Phylloceratida 171

Ordinul Lytoceratida 172
Ordinul Ancyloceratida 173
Ordinul Ammonitida 175
Originea şi evoluţia amonoideelor 179
Subclasa Coleoidea (Endocochilia, Dibranchia) 181
Ordinul Aulacocerida 181
Ordinul Belemnitida 182
Ordinul Phragmoteuthida 185
Ordinul Teuthida 185
Ordinul Sepiida 185
Ordinul Vampyromorpha 187
Ordinul Octopoda 188
Filogenia coleoideelor 189
Originea şi evoluţia cefalopodelor 190
Paleoecologia cefalopodelor 192
Subîncrengătura DIASOMA 193
Clasa ROSTROCONCHIA 194
Clasa SCAPHOPODA 195
Clasa BIVALVIA 196
Subclasa Palaeotaxodonta 207
Ordinul Nuculoida 207
Subclasa Cryptodonta 207
Ordinul Praecardioida 208
Subclasa Pteriomorpha 208
Ordinul Arcoida 208
Ordinul Mytiloida 209
Ordinul Pterioida 210
Subclasa Palaeoheterodonta 213
Ordinul Unionida 213
Ordinul Trigonida 214
Subclasa Heterodonta 216
Ordinul Veneroida 216
Ordinul Myoida 223
Ordinul Hippuritoida 225
Subclasa Anomalodesmata 229
Ordinul Pholadomyoida 229
Originea şi evoluţia bivalvelor 230
Paleoecologia bivalvelor 232
Incertae sedis TENTACULOIDEA 236
Incertae sedis HYOLITHA 237
Filogenia moluştelor 239
Încrengătura ANNELIDA 240
Clasa POLYCHAETA 240
Ordinul Errantia 241

Ordinul Sedentaria 242
Încrengătura ONYCHOPHORA 244
Încrengătura ARTHROPODA 245
Subîncrengătura TRILOBITOMORPHA 246
Clasa MEROSTOMOIDEA 247
Clasa PSEUDONOSTRACA 249
Clasa MARRELLOMORPHA 250
Clasa ARTHROPLEURIDA (*Incertae sedis*) 251
Clasa TRILOBITA 252
Ordinul Agnostida 259
Ordinul Redlichiida 259
Ordinul Corynexochida 260
Ordinul Ptychopariida 260
Ordinul Phacopida 260
Ordinul Lichida 262
Ordinul Odontopleurida 263
Filogenia trilobiților 264
Subîncrengătura CHELICERATA 266
Clasa MEROSTOMATA 267
Subclasa Xiphosura 267
Subclasa Eurypterida 268
Subîncrengătura MANDIBULATA 271
Clasa CRUSTACEA 271
Subclasa Branchiopoda 272
Subclasa Ostracoda 272
Ordinul Leperditicopida 276
Ordinul Palaeocopida 277
Ordinul Podocopida 277
Ordinul Myodocopida 277
Subclasa Cirripedia 278
Subclasa Malacostraca 278
Ordinul Decapoda 279
Ordinul Isopoda 279
Clasa MYRIAPODA 281
Clasa INSECTA 281
Subclasa Apterygota 283
Subclasa Pterygota 283
Originea şi evoluția insectelor 285
Filogenia artropodelor 289
Încrengătura BRYOZOA 293
Clasa STENOLEMATA 295
Ordinul Cyclostomata 295
Ordinul Trepostomata 296
Clasa GYMNOLAEMATA 297

Ordinul Cryptostomata 297
Ordinul Cheilostomata 298
Ordinul Ctenostomata 300
Filogenia briozoarelor 301
Încrengătura BRACHIOPODA 302
Clasa INARTICULATA 311
Ordinul Lingulida 311
Ordinul Acrotretida 312
Ordinul Obolellida 312
Clasa ARTICULATA 313
Ordinul Rustellida 313
Ordinul Orthida 314
Ordinul Strophomenida 314
Ordinul Pentamerida 316
Ordinul Rhynchonellida 317
Ordinul Spiriferida 317
Ordinul Terebratulida 318
Filogenia brachiopodelor 321
Încrengătura ECHINODERMATA 323
Subîncrengătura HOMALOZOA 325
Clasa CARPOIDEA 325
Subîncrengătura CRINOZOA 326
Clasa CYSTOIDEA 326
Ordinul Rhombifera 329
Ordinul Diploporita 329
Clasa BLASTOIDEA 332
Ordinul Protoblastoidea 336
Ordinul Eublastoidea 336
Clasa CRINOIDEA 338
Subclasa Camerata 344
Subclasa Inadunata 345
Subclasa Flexibilia 346
Subclasa Articulata 346
Clasa EOCRINOIDEA 350
Clasa PARACRINOIDEA 350
Subîncrengătura ASTEROZOA 350
Clasa STELLEROIDEA 350
Subclasa Somasteroidea 351
Subclasa Asteroidea 352
Subclasa Ophiuroidea 354
Subîncrengătura ECHINOZOA 356
Clasa EDRIOASTEROIDEA 356
Clasa ECHINOIDEA 358
Subclasa Perischoechinoidea 374

Ordinul Bothriocidaroida 374
Supraordinul Holostomata 374
Ordinul Palaechinida 375
Ordinul Cidaroida 375
Subclasa Euchinoidea 377
Supraordinul Glyphostomata 377
Ordinul Hemicidaroida 377
Ordinul Phymosomatoida 378
Ordinul Abracioida 378
Supraordinul Gnathostomata 378
Ordinul Holectypoida 378
Ordinul Clypeasteroida 380
Supraordinul Atelostomata 380
Ordinul Cassiduloida 381
Ordinul Holasteroida 381
Ordinul Spatangoida 382
Clasa HOLOTHURIOIDEA 385
Clasa HELICOPLACOIDEA 387
Clasa OPHIOCISTOIDEA 387
Filogenia echinodermelor 388
Încrengătura STOMOCHORDATA (HEMICHORDATA) 392
Clasa PTEROBRANCHIATA 392
Ordinul Rhabdopleurida 393
Clasa GRAPTOLITHINA 394
Ordinul Dendroidea 396
Ordinul Tuboidea 397
Ordinul Camaroidea 398
Ordinul Stolonoidea 398
Ordinul Graptoloidea 398
Ordinul Crustoidea 403
Filogenia stomochordatelor 403
Bibliografie selectivă 405
I n d e x de denumiri taxonomice 407

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

ELEMENTE DE PALEOBIOLOGIE ANIMALĂ

Paleobiologia animală, numită şi paleozoologie, se ocupă cu studiul organismelor animale fosilizate în decursul timpurilor geologice.

Clasificarea regnului animal. Regnul animal (Animalia) se împarte în două subregnuri: Protozoa şi Metazoa. În tabelul 1 sunt prezentate principalele încrengături cu reprezentanţi fosili şi actuali. Denumirile subliniate aparţin încrengăturilor cu importanţă paleontologică. Se poate remarca faptul că din totalul încrengăturilor menţionate mai puţin de jumătate au putut fi cunoscute prin intermediul fosilelor. Formele cu loc nesigur în clasificare (*incertae sedis*) nu au fost trecute în tabel. Explicaţiile privind modul de grupare a încrengăturilor sunt date la subcapitolele respective.

Tabelul 1. Clasificarea Regnului Animal (Animalia)

Subregnul		Diviziunea	Subdiviziunea	Ramura	Încrengătura
PROTOZOA					**Protozoa**
METAZOA	Parazoa	Diploblastica	Porifera		**Porifera**
	Eumetazoa		Coelenterata		**Cnidaria**
					Acnidaria
		Triploblastica	Acoelomata	Protostomia	Plathelminthes
					Gnathostomulida
					Nemathelminthes
					Priapulida
					Nemertini
			Coelomata		**Mollusca**
					Annelida
					Sipunculida
					Echiurida
					Onychophora
					Tardigrada
					Linguatulida
					Arthropoda
					Bryozoa
					Brachiopoda
				Deuterostomia	**Echinodermata**
					Pogonophora
					Chaetognatha
					Stomochordata
					Urochordata
					Cephalochordata
					Vertebrata

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Subregnul PROTOZOA

Protozoarele sunt organisme unicelulare eucariote heterotrofe, majoritatea de dimensiuni microscopice, solitare sau coloniale; ele pot prezenta sau nu un schelet mineral ce se poate fosiliza.

Multe dintre organismele unicelulare posedă caractere comune, de plantă şi animal, fiind capabile de nutriţie atât autotrofă cât şi heterotrofă (unele flagelate, dinofite etc.), de aceea separarea lor în cele două regnuri – vegetal şi animal – este dificilă şi relativă. Pentru asemenea organisme E. Haeckel a introdus termenul de *Protista.* Ulterior, protistele cu afinităţi de plante au fost denumite Protophyta iar cele cu afinităţi de animale – Protozoa. Majoritatea protozoarelor se reproduc asexuat, prin diviziune binară sau multiplă (schizogonie). Unele se reproduc sexuat (gamogonie), prin copularea unor celule cu valoare de gameţi (au numărul de cromozomi redus la jumătate).

Protozoarele sunt organisme acvatice prin origine, marine sau dulcicole, dar numeroase specii trăiesc în sol (edafice) sau sunt parazite.

Acest subregn cuprinde o singură încrengătură – Protozoa.

Încrengătura PROTOZOA

Protozoarele reprezintă un ansamblu heterogen de organisme care au în comun nivelul de organizare unicelular. Protozoarele cuprind cinci clase: Flagellata, Sarcodina, Sporozoa, Neosporidia şi Ciliophora. Flagelatele cu importanţă paleontologică fac parte, în special, din grupul fitoflagelatelor şi, ca urmare, sunt studiate la paleobotanică. Sporozoarele şi neosporidiile sunt exclusiv parazite, nu au lăsat fosile şi de aceea nu prezintă importanţă paleontologică. Dintre protozoare, importanţă paleontologică prezintă numai unii reprezentanţi claselor Sarcodina şi Ciliophora.

Clasa SARCODINA

Sunt protozoare capabile să emită prelungiri protoplasmatice temporare cu rol în captarea hranei şi în deplasare numite *pseudopode* (Fig. 1). Celula poate fi nudă sau prevăzută cu un schelet extern sau intern de naturi diferite: membranoasă, chitinoidă sau minerală (calcit, aragonit, silice, sulfat de stronţiu).

Sarcodinele se împart în două subclase: Rhizopoda şi Actinopoda.

Subclasa Rhizopoda

Cuprinde sarcodine cu pseudopode lobate, filiforme sau reticulate. Scheletul (testul sau cochilia) poate fi de secreție sau de aglutinare.

Ordinul Foraminiferida

Foraminiferele sunt, în marea lor majoritate, rhizopode marine, bentonice sau planctonice, puține fiind adaptate la condițiile apelor salmastre și numai o singură familie (Allogromiidae) se întâlnește în apele dulci. Majoritatea sunt organisme microscopice (0,01 - 2 mm) dar există și forme macroscopice, unele chiar gigantice, de câțiva centimetri (până la 12,5 cm). Ca fosile, sunt cunoscute începând din Cambrian.

Celula unui foraminifer este alcătuită din citoplasmă, un nucleu și testul protector.

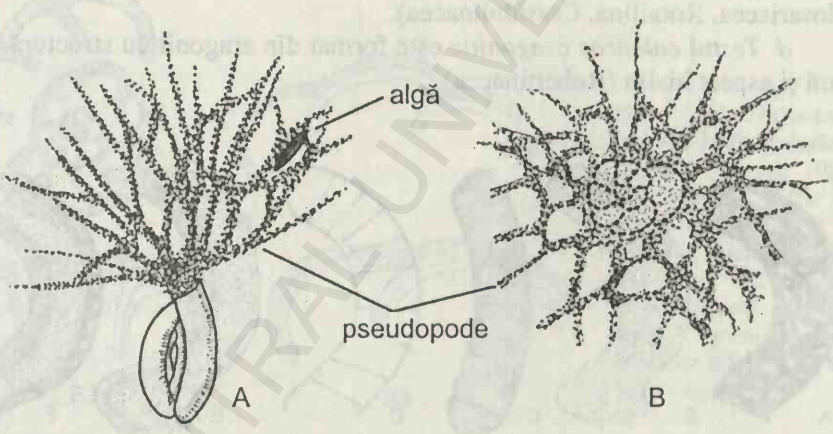


Fig. 1. Foraminifere vii. A – cu test neperforat; B – cu test perforat.

Testul. ***Natura testului.*** După natura lui, testul poate fi chitinoid, aglutinat sau calcaros (extrem de rar membranos) (Fig. 2).

1. *Testul chitinoid* este cel mai primitiv și fragil, fiind format dintr-o substanță organică asemănătoare chitinei. Se întâlnește la unele foraminifere primitive actuale și în anumite stadii și condiții de dezvoltare ale unor foraminifere evoluate.

2. *Testul aglutinat* (numit și *arenaceu*) este un test exogen, constituit din particule de natură diferită (microgranule de nisip, fragmente din testul altor

foraminifere etc.) prinse într-un ciment chitinoid, calcaros sau chiar silicios, secretat de citoplasmă.

3. *Testul calcaros* este un test endogen, de secreție, format din microcristale de calcit; se întâlnește cel mai frecvent. Testul calcaros prezintă mai multe tipuri structurale: testul calcaros microgranular, testul calcaros porțelanos și testul calcaros hialin.

a. Testul calcaros microgranular este un test gros format din granule subsferice de calcit (sub 5 microni) dispuse neregulat sau în șiruri radiare. Acest test este caracteristic fusulinelor.

b. Testul calcaros porțelanos este format din cristale foarte mici de calcit cu axul orientat paralel, radiar, oblic sau tangențial față de suprafața testului. Aceste testuri sunt albicioase în lumina reflectată și opace în lumina transmisă. Se găsește la foraminiferele neperforate.

c. Testul calcaros hialin, format și el din microcristale de calcit, este un test transparent și sticlos. Este caracteristic foraminiferelor perforate (Nodosariacea, Rotaliina, Cassidulinacea).

d. Testul calcaros aragonitic este format din aragonit cu structură fibro-radiară și aspect hialin (Robertinacea).

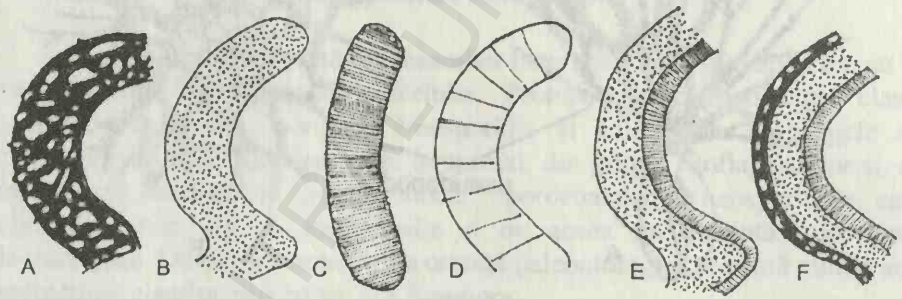


Fig. 2. Secțiuni schematice transversale prin testuri de foraminifere (după A. H. Müller, 1980). A – test aglutinat; B, C, E, F – testuri calcaroase porțelanoase (B – test calcaros microgranular; C – test calcaros fibros; E – test calcaros fibros în interior, microgranular la exterior; F – test calcaros fibros, în interior fin-grăunțos, acoperit de o pătură aglutinată la exterior); D – test calcaros hialin.

Structura testului. Pentru a caracteriza testul din punct de vedere structural, trebuie avute în vedere următoarele elemente: structura peretelui, structura septelor, perforațiile peretelui testului, structura aparatului embrionar și sistemul de canale și stoloni.

1. *Peretele testului* prezintă, în esență, două tipuri structurale: nelamelar și lamelar (Fig. 3-A). *Lamela primară* este formată dintr-un strat intern, organic,

acoperit de o membrană bazală peste care se dispune stratul calcitic, care formează cea mai mare parte a peretelui.

a. Testul nelamelar. La acest test, fiecare lojă se adaugă individual la nivelul suturii lojii precedente. Se întâlneşte la foraminiferele aglutinate şi la cele calcaroase microgranulare şi porţelanoase.

b. Testul lamelar. În acest caz, cu fiecare lojă nou formată, se adaugă o lamelă la exteriorul întregului test, astfel încât lojile mai vechi au peretele mult mai gros decât lojile noi. Se întâlneşte la foraminiferele cu test calcaros hialin.

2. *Structura septelor.* Pereţii despărţitori ai camerelor, numiţi şi septe, pot fi monolamelari sau bilamelari (Fig. 3-B). *Septele monolamelare* sunt formate dintr-o singură lamă calcitică care se extinde şi pe suprafaţa externă a testului. Septele bilamelare sunt formate dintr-o lamelă externă, care se întinde şi pe suprafaţa testului, şi o lamelă internă care tapisează spre interior camerele. Urmele lăsate de septe pe suprafaţa testului se numesc *suturi*.

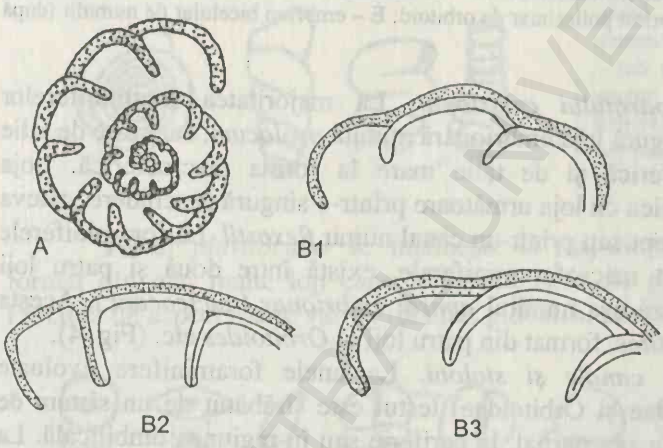


Fig. 3. Structura testului la foraminifere (după B. Ionesi, 1982, modificat). A – test cu perete nelamelar; B – test cu perete lamelar: B1 – cu septe monolamelare; B2 – septe monolamelare, secundar bilamelare; B3 – septe bilamelare.

3. După prezenţa sau absenţa porilor în pereţii testului, testurile pot fi *neperforate* sau *perforate*.

Testul neperforat (*apor*) prezintă o singură deschidere – *apertura* – prin care ies pseudopodele. Se întâlneşte la foraminiferele cu test chitinos, arenaceu, cât şi la cele cu test calcaros porţelanos.

Un tip structural aparte de test neperforat este *testul alveolar* care se găseşte la Fusulinidae şi Orbitolinidae. Acesta prezintă la exterior o crustă calcaroasă compactă, neperforată (*lama spirală* sau *tectum*), sub care se dispune perpendicular un strat de stâlpi ce delimitează spaţii sau alveole (*kerioteca*). În alveole se depun granule de calcit.

Testul perforat (*poros*) se întâlneşte la foraminiferele cu test calcaros hialin (cu aspect sticlos). Acesta prezintă, pe lângă apertură, numeroase perforaţii mari şi mici, cu diametru caracteristic genurilor şi chiar speciilor, prin care ies afară pseudopodele. Perforaţiile servesc, ca şi apertura, la ieşirea pseudopodelor în mediul extern şi uşurează testul, asigurând plutirea la formele planctonice (Globigerinacea).

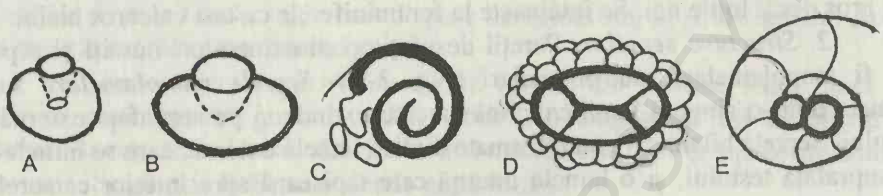


Fig. 4. Aparatul embrionar la foraminifere. A – la miliolide; B – la orbitoliţi; C – acelaşi, în secţiune transversală; D – embrion policelular de orbitoid; E – embrion bicelular de numulit (după L. Moret, 1940, modificat).

4. *Structura aparatului embrionar.* La majoritatea foraminiferelor pluriloculare există o singură lojă embrionară numită *prolocum*, care este de talie mică la forma microsferică şi de talie mare la forma macrosferică. Loja embrionară poate comunica cu loja următoare printr-o singură deschidere, câteva perforaţii, un mic tub drept sau printr-un canal numit *flexostil*. La foraminiferele mai evoluate, cum sunt macroforaminiferele, există între două şi patru loji embrionare care formează aşa numitul *aparat embrionar* (*nucleoconc*). Acesta este bilocular la *Nummulites*, format din patru loji la *Orbitoides* etc. (Fig. 4).

5. *Sistemul de canale şi stoloni.* La unele foraminifere evoluate (Rotaliidae, Nummulitidae şi Orbitoidae) testul este străbătut de un sistem de canale situat, în totalitate sau parţial, la periferie sau în regiunea ombilicală. La unele genuri, între canale se dezvoltă şi tuburi radiare de legătură numite *stoloni* (Fig. 5).

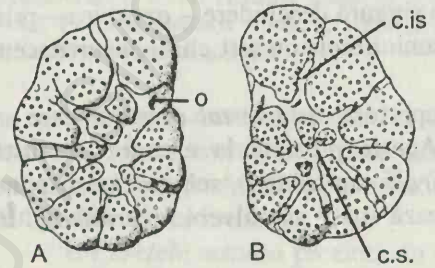


Fig. 5. Sistemul de canale la foraminifere (***Porosononion***) (A – ventral; B - dorsal) (din V. Barbu, 1968); o – orificiu; c. s. – canal spiral; c. is – canale intraseptale.

Forma testului şi dispoziţia lojilor. Aspectul general al testului este foarte variat şi depinde de numărul, forma şi dispoziţia lojilor. După numărul lojelor, testurile foraminiferelor se împart în două categorii: uniloculare (monotalame) şi pluriloculare (politalame).

Testul unilocular (Fig. 6), în cazul cel mai simplu, poate avea aspect ovoidal sau globulos. În alte cazuri poate fi: tubular, hemisferic, conic, stelat, ramificat, în zig-zag, meandriform, înrulat într-un singur plan (planspiral) sau în plane diferite (helicoidal sau trochospiral).

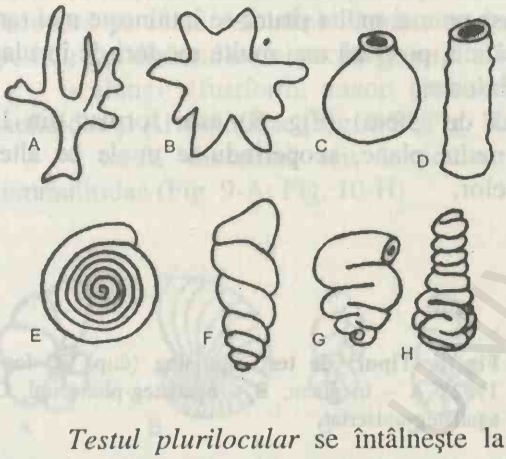


Fig. 6. Tipuri de test unilocular (după B. Ionesi, 1982). A – neregulat; B – stelat; C – globulos; D – tub drept; E – tub înrulat într-un singur plan; F – tub înrulat helicoidal; G – tub în zig-zag; H – tub meandriform.

Testul plurilocular se întâlneşte la majoritatea foraminiferelor, fiind format din mai multe loji care comunică între ele prin deschideri succesive. Prezintă un aspect foarte variat: tubular, globulos, hemisferic, conic.

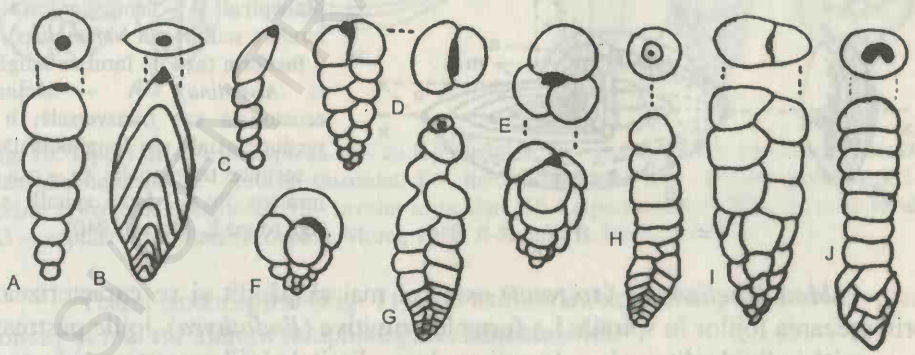


Fig. 7. Tipuri de test plurilocular seriat (după B. Ionesi, 1982). A – uniseriat drept, cu loji rotunjite; B – uniseriat aplatizat, cu loji în „V" întors; C – uniseriat curbat; D – biseriat; E – triseriat; F – cvadriseriat; G – triseriat-biseriat-uniseriat; H – biseriat-uniseriat; I – triseriat-biseriat; J – triseriat-uniseriat.

După modul de dispunere a lojilor, se deosebesc mai multe tipuri de teste pluriloculare: seriate, înrulate şi mixte.

Testul seriat are lojile dispuse pe unul sau mai multe şiruri. El poate fi de mai multe feluri (Fig. 7):

- *uniseriat (stichosteg)*, cu lojile dispuse pe un singur şir, în linie dreaptă sau curbă;
- *biseriat (enalosteg)*, cu lojile dispuse pe două şiruri alterne;
- *triseriat*, cu lojile dispuse pe trei şiruri;
- *cvadriseriat*, cu patru şiruri de loji;
- *multiseriat*, cu lojile dispuse pe mai multe şiruri; se întâlneşte mai rar.

Testul înrulat, cel mai răspândit, prezintă mai multe moduri de înrulare: agatisteg, helicosteg, ciclosteg şi orbitosteg.

Modul agatisteg (în formă de ghem) (Fig. 8) este format din loji tubulare, arcuite, dispuse în mai multe plane, acoperindu-se unele pe altele. Acest test este caracteristic miliolidelor.

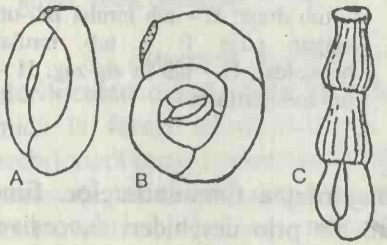


Fig. 8. Tipuri de test agatisteg (după B. Ionesi, 1982). A – în ghem; B – agatisteg-planspiral, C – agatisteg-uniseriat.

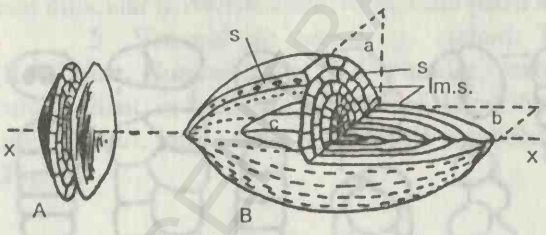


Fig. 9. Două tipuri de test planspiral: A – lenticular (axa de înrulare scurtă – la *Nummulites*); B – fusiform (axa de înrulare lungă – la *Alveolina*). A – secţiune ecuatorială sau transversală; b – secţiune axială sau longitudinală; c – secţiune tangenţială; xx – axa de înrulare; lm.s – lama spirală; s – sept (după L. Moret, 1940).

Modul helicosteg (*spiralat*) este cel mai răspândit şi se caracterizează prin aşezarea lojilor în spirală. La formele primitive (*Endothyra*), lojile păstrează o anumită individualitate; la cele mai evoluate, limitele lojilor se şterg şi în acest caz se pot distinge două elemente: o *lamă spirală* (*spiroteca* sau *zidul*) la exterior şi *pereţi interni despărţitori* (sau *septe*), care corespund la exterior cu *liniile de sutură*. În acest caz, constituţia lamei spirale nu este aceeaşi cu cea a septelor. Astfel, la Fusulinidae şi la Orbitolinidae, zidul este alveolar şi apor în

timp ce septele sunt poroase. La Nummulitidae, invers, zidul este poros iar septele sunt compacte.

Ansamblul format din lama spirală şi pereţii despărţitori constituie scheletul primar; în anumite cazuri se poate individualiza un schelet secundar format din septe secundare, pilieri etc.

Testul helicosteg poate fi planspiral (înrulat într-un singur plan) şi trochospiral (înrulat în mai multe plane).

Testul planspiral (Fig. 10) este simetric, evolut (când toate spirele sunt vizibile la exterior) sau involut (când la exterior se vede numai ultima spiră care le acoperă pe toate celelalte). După cum lojile sunt alungite sau aplatizate în raport cu axa de înrulare, aspectul general al testului planspiral poate fi:

- alungit (fusiform, uneori globulos), cu axa de înrulare alungită, la Fusulinidae şi Alveolinidae (Fig. 9-B; Fig. 10-F);
- turtit, discoidal sau lenticular, cu axa de înrulare scurtă, la Nummulitidae (Fig. 9-A; Fig. 10-H).

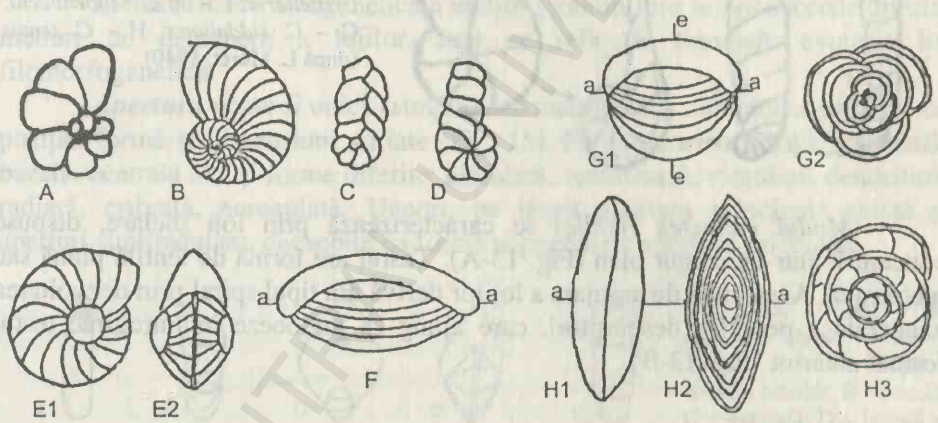


Fig. 10. Tipuri de test planspiral. A – cu loji distincte; B – evolut; C – planspiral biseriat; D – planspiral-uniseriat; E – involut discoidal; F – involut fusiform; G1 – involut globulos; G2 – acelaşi în secţiune ecuatorială; H – involut lenticular: H1 – aspect exterior; H2 – secţiune axială; H3 – secţiune ecuatorială (A după L. Moret, 1940; B-H după B. Ionesi, 1982).

Testul trochospiral (Fig. 11) este asimetric, biconvex, plan-convex, plan-concav şi mai rar alungit (amphistegine, hemistegine).

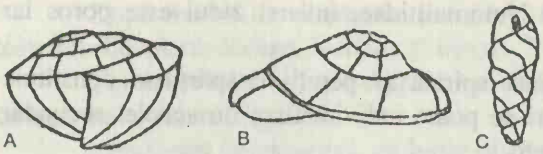


Fig. 11. Tipuri de test trochospiral (după B. Ionesi, 1982). A – biconvex; B – planconvex; C – alungit.

La testul spiral se constată unele evoluții progresive sau regresive (Fig. 12).

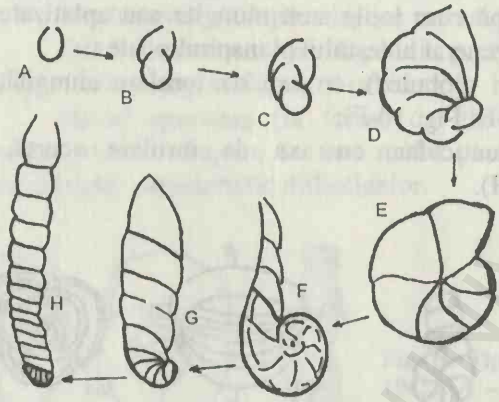


Fig. 12. Evoluții progresive (A-D) și regresive (E-H) ale tipului spiral. A – faza tip *Lagena*; B-C faza tip *Nodosaria*; D-E faza tip *Cristellaria*; F – tip *C. schoenbachi;* G – *C. siddaliana*; H - *C. tenuis* (după L. Moret, 1940).

Modul ciclosteg (ciclic) se caracterizează prin loji inelare, dispuse concentric într-un singur plan (Fig. 13-A). Testul are formă de lentilă plană sau biconcavă. Acest mod de aranjare a lojilor derivă din tipul spiral prin dezvoltarea exagerată a pereților despărțitori, care ajung să înglobeze în întregime testul format anterior (Fig. 13-B).

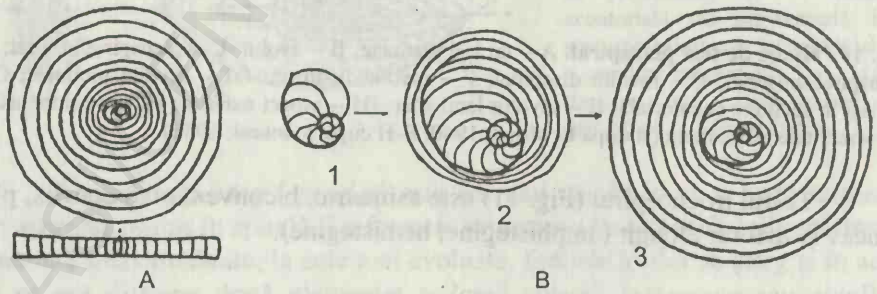


Fig. 13. Testul ciclosteg. A – la *Archiacina*; B – evoluția tipului ciclosteg de la un tip spiral simplu (1) la tipul ciclosteg de la *Orbiculina* (2) și *Orbitolites* (3) (după L. Moret, 1940).

Modul orbitosteg, de formă biconvexă, derivă din cel ciclosteg prin adăugarea mai multor etaje de loji laterale, de o parte şi de alta faţă de lojile ecuatoriale (Orbitoididae) (Fig. 14).

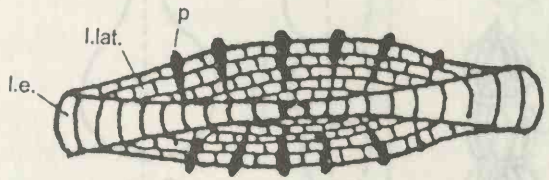


Fig. 14. Testul orbitosteg (*Orbitoides*) (după L. Moret, 1940); l. e. – loji ecuatoriale; l. lat. – lojete laterale; p – pilieri.

Testul mixt constituie o combinaţie între modurile de dispunere a lojilor. Astfel, unele testuri sunt înrulate trochospiral, planspiral sau agatisteg în stadiul iniţial, dar devin uniseriate, biseriate sau triseriate în stadiul adult.

La foraminiferele pluriloculare, prima cameră apărută conţine nucleul care este unic.

În dezvoltarea ontogenetică a multor foraminifere se pot succede diferite moduri de dispunere a lojilor, fapt ce reflectă, totodată, evoluţia lor filomorfogenetică.

Apertura poate fi unică (simplă) sau multiplă (cu numeroase orificii), cu poziţie, formă şi dimensiuni variate (Fig. 15). Ea poate avea poziţie terminală, bazală, centrală etc. şi forme diferite: circulară, semilunară, virgulină, dendritică, radiară, cribrată, neregulată. Uneori, pe lângă apertura principală există şi aperturi suplimentare, deosebite ca formă şi poziţie de apertura principală.

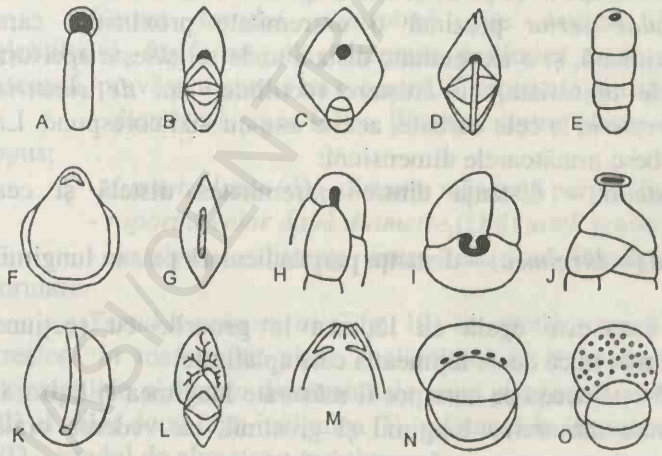


Fig. 15. Tipuri de aperturi (după V. Barbu, 1968). A – la capătul testului tubular; B – bazală, C – centrală; D – bazală şi periferică; E – terminală şi rotundă; F – subterminală; G – terminală şi fantiformă; H – virgulină; I – semicirculară cu dinte; J – cu gât şi bază; K – entosoleniană; L – dendritică; M – radiată şi cu camera subaperturală; N – multiplă, la baza feţei aperturale; O – cribrată.

Ornamentația. Testul foraminiferelor poate avea suprafața netedă sau ornamentată cu granulații, nodozități, spini, carene, coaste, striuri, reticulații etc. (Fig. 16).

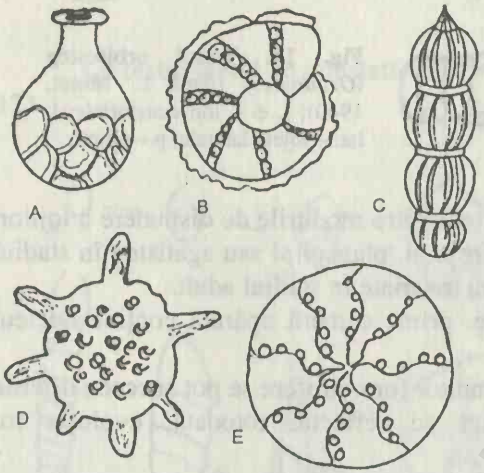


Fig. 16. Exemple de ornamentație (după M. Neumann, 1967, din E. Hanganu și colab., 1983); A – reticulată; B – suturi granulate și carenă periferică; C – coaste; D – spini și granule; E – filete și granule.

Orientarea testului, terminologie și dimensiuni. Cunoașterea modului de orientare a diferitelor tipuri de test, a terminologiei de specialitate și măsurătorile care pot fi efectuate sunt utile în taxonomia foraminiferelor.

Testul unilocular se orientează în funcție de apertură; dacă există o singură apertură, axa de simetrie trece prin aceasta (Fig. 17-A).

Testul plurilocular seriat prezintă o extremitate proximală, care corespunde cu loja embrionară, și o extremitate distală unde se găsește apertura (Fig. 17-B). La formele uniseriate, cu creștere rectilinie, *axa de simetrie* corespunde cu *axa de creștere*; la cele curbate, aceste axe nu mai corespund. La testurile seriate se deosebesc următoarele dimensiuni:

- *lungimea testului* – distanța dintre extremitatea distală și cea proximală;
- *lățimea testului (= lărgimea)* – distanța perpendiculară pe axa lungimii sau pe axa de creștere;
- *grosimea* – care este egală cu lățimea la genurile cu secțiune transversală circulară, și mai mică decât lățimea la cele aplatizate.

Vederea laterală este aceea pe care pot fi măsurate lungimea și lățimea; vederea periferică permite măsurarea lungimii și grosimii, iar vederea orală (aperturală) coincide cu partea pe care se găsește apertura.

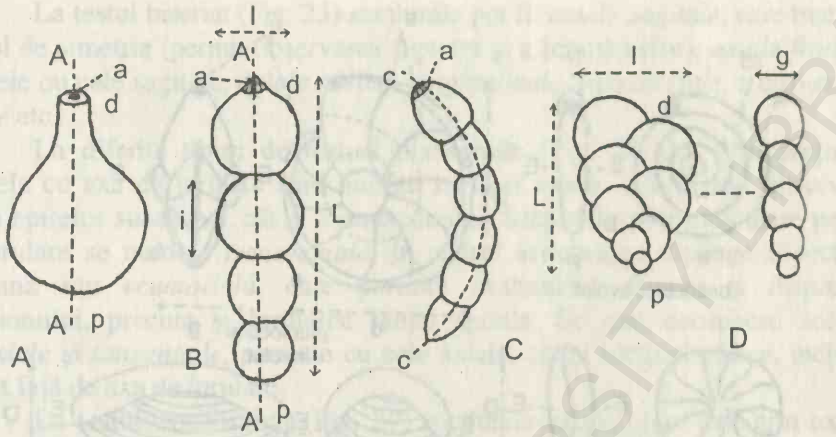


Fig. 17. Orientare şi dimensiuni la testul unilocular şi plurilocular. A – test unilocular; B – test uniseriat drept; C – test uniseriat curbat; D – test biseriat; AA – axă de simetrie; CC – axă de creştere; L – lungime; l – lăţimea testului; i – înălţimea lojii; g – grosimea testului; a – apertura; d – extremitatea distală; p – extremitatea proximală (după B. Ionesi, 1982).

Testul planspiral (unilocular sau plurilocular) are axa de creştere într-un singur plan şi perpendiculară pe axa de înrulare. La testul planspiral se deosebesc următoarele elemente (Fig. 18):

- *suturi spirale* – liniile de separaţie dintre spire;
- *suturi septale* – liniile de separaţie dintre loji;
- *pasul spiral (= înălţimea spirei)* – distanţa dintre două suturi spirale.

Forma testului planspiral este variată: lenticulară, discoidală, globuloasă, fusiformă etc. Marginea periferică poate fi rotunjită, colţuroasă, ascuţită, prevăzută uneori cu o carenă. Elementele dimensionale principale sunt:

- *diametrul mare* (D) – distanţa dintre ultima lojă şi punctul simetric opus;
- *diametrul mic* (d) – distanţa măsurată perpendicular pe diametrul mare;
- *raportul celor două diametre* (D/d) arată gradul de alungire a testului;
- *grosimea* – distanţa dintre cele două feţe laterale, în lungul axei de înrulare.

Testul trochospiral (Fig. 19) se caracterizează prin înrularea axei de creştere în mai multe plane (helicoidal) iar cele două feţe sunt asimetrice. Principalele elemente dimensionale sunt: *diametrul mare* (D) şi diametrul mic (d) al celor două feţe; înălţimea (I), măsurată în lungul axei de înrulare; raportul I/D – gradul de alungire a testului.

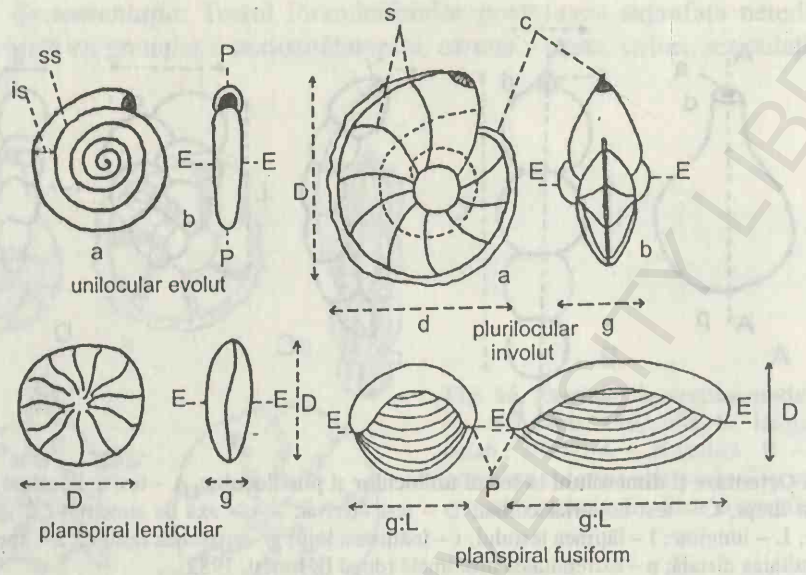


Fig. 18. Orientare şi dimensiuni la testul planspiral. a – vedere laterală; b – vedere periferică; ss – sutură spirală; s – sutură septală; is – înălţimea spirei; D – diametru principal; d – diametru secundar; EE – axă de înrulare; g – grosime; L – lungime; P – plan de simetrie (după B. Ionesi, 1982).

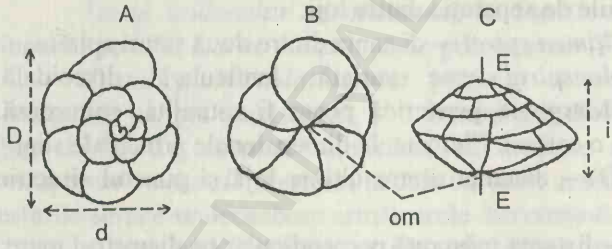


Fig. 19. Orientare şi dimensiuni la testul trochospiral. A – vedere dorsală (spirală); B – vedere ventrală (ombilicală); C – vedere periferică; D – diametrul principal; d – diametrul secundar; i – înălţimea testului; om - ombilic; EE – axa de înrulare (după B. Ionesi, 1982).

Secţionarea testului. Definirea tipurilor de secţiuni la testul de foraminifere are mare importanţă pentru studiul lor pe secţiuni subţiri şi, implicit, pentru sistematica lor.

La testul unilocular (Fig. 20) se pot deosebi: *secţiuni axiale*, care trec prin axa de simetrie, *secţiuni longitudinale*, paralele cu axa de simetrie, *secţiuni tangenţiale*, *transversale* şi *oblice* (cu orientări diferite).

La testul plurilocular uniseriat şi rectiliniu (Fig. 21) se pot executa aceleaşi tipuri de secţiuni.

La testul biseriat (Fig. 23) secțiunile pot fi: *axiale sagitale*, care trec prin planul de simetrie (permit observarea septelor și a foramenelor); *axiale frontale*, paralele cu cele sagitale, *axiale oblice*, *longitudinale, transversale, transversale, oblice* etc.

La diferite tipuri de testuri planspirale (Fig. 24, 25, 26), secțiunile paralele cu axa de înrulare sunt numite *secțiuni axiale*. Ele permit observarea atât a spirelor succesive, cât și a embrionului. Secțiunile perpendiculare pe axa de înrulare se numesc *transversale*. În cadrul acestora se distinge o secțiune mediană sau *ecuatorială*, care permite examinarea formei și dispoziției embrionului, precum și înrularea lamei spirale. Se mai deosebesc secțiuni *subaxiale* și *tangențiale*, paralele cu cele axiale, cât și secțiuni *oblice*, înclinate diferit față de axa de înrulare.

La testul trochospiral (Fig. 27) secțiunile axiale (care trec prin axa de înrulare) pun în evidență dispoziția simetrică a lojilor. Secțiunile transversale (perpendiculare pe axa de înrulare) executate pe fața dorsală diferă de cele de pe fața ventrală. De asemenea, există diferențe și între secțiunile din zona apicală a feței dorsale și cele din zona distală.

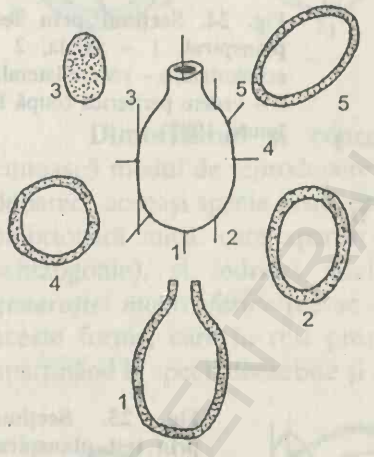


Fig. 20. Secțiuni prin test unilocular ovoidal. 1 – axială, 2 – longitudinală, 3 – tangențială; 4 – transversală; 5 - oblică loji (după B. Ionesi, 1982).

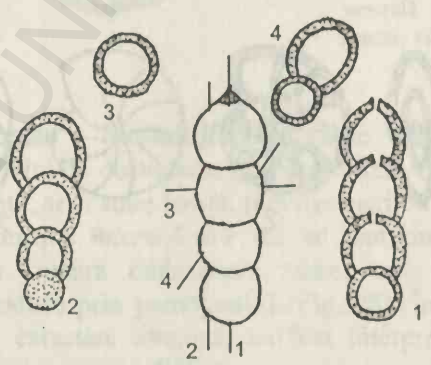


Fig. 21. Secțiuni prin test plurilocular uniseriat. 1 – axială, 2 – longitudinală; 3 – transversală; 4 – oblică trecând prin loji (după B. Ionesi, 1982).

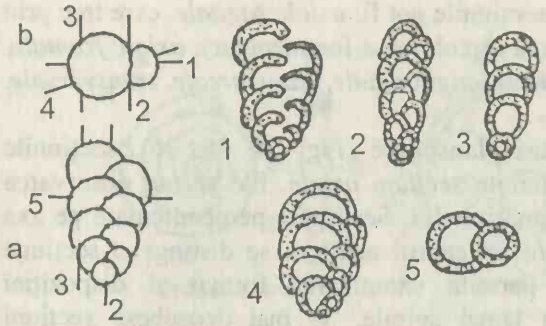
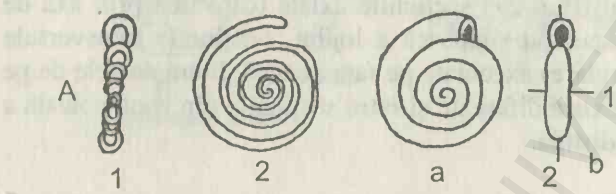


Fig. 23. Secțiuni prin test plurilocular biseriat. 1 – axială sagitală; 2 – axială frontală; 3 – longitudinală; 4 – axială oblică; 5 – transversală; a – vedere laterală; b – vedere distală (după B. Ionesi, 1982).



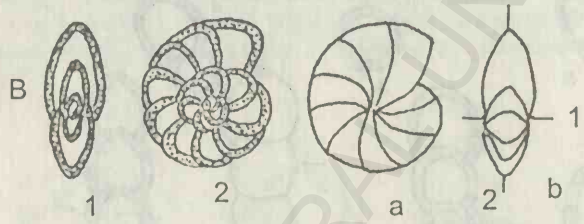


Fig. 24. Secțiuni prin test planspiral. 1 – axială, 2 – ecuatorială; a – vedere laterală, b – vedere periferică (după B. Ionesi, 1982).

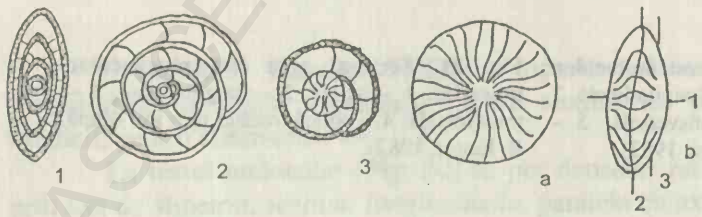


Fig. 25. Secțiuni prin test planspiral discoidal involut. 1 – axială; 2 – ecuatorială; 3 – tangențială: a – vedere laterală, b – vedere periferică.

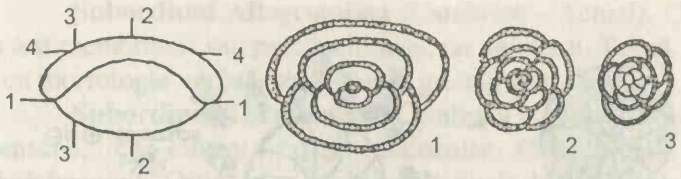


Fig. 26. Secţiuni prin test planspiral fusiform. 1 – axială, 2 – transversală ecuatorială, 3 – transversală; 4 – tangenţială (după B. Ionesi, 1982).

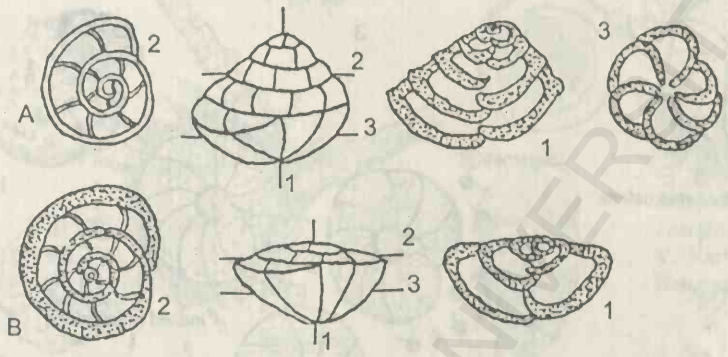


Fig. 27. Secţiuni prin test trochospiral. A – test cu faţa dorsală înaltă; B – test cu faţa dorsală aplatizată; 1 – axială; 2 – transversală-dorsală; 3 – transversală-ventrală (după B. Ionesi, 1982).

Dimorfismul şi reproducerea foraminiferelor. Este util să se cunoască modul de reproducere şi ciclul de dezvoltare la foraminifere (Fig. 29) deoarece aceeaşi specie poate prezenta, şi în stare fosilă, indivizi mari cu camera embrionară mică, care aparţin *generaţiei microsferice* (ce se reproduce prin schizogonie), şi indivizi mici cu camera embrionară mare, care aparţin *generaţiei macrosferice* (ce se reproduce prin gamogonie) (Fig. 28). În trecut, aceste forme, care în rest prezintă caractere identice, au fost interpretate ca aparţinând la specii deosebite şi au primit numiri diferite.

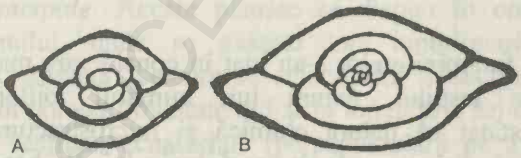


Fig. 28. Dimorfismul la Miliolidae. A – forma macrosferică; B – forma microsferică (după L. Moret, 1940, modificat).

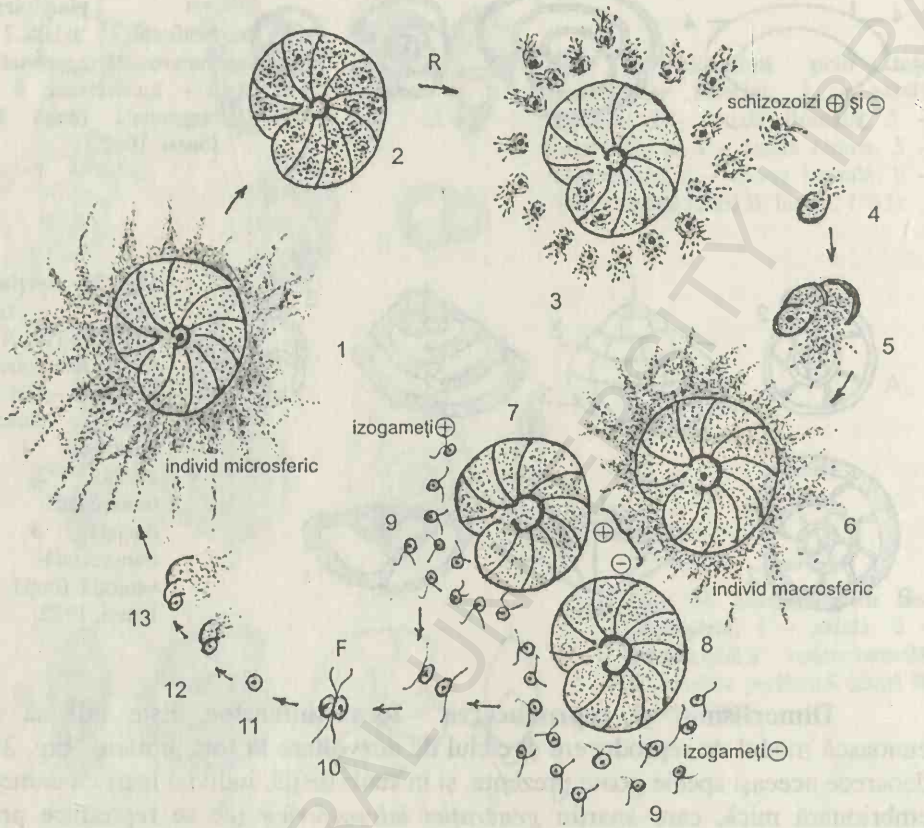


Fig. 29. Ciclul reproductiv la foraminifere (*Elphidium crispum*). 1 – individ microsferic; retragerea pseudopodelor şi multiplicarea nucleilor; 3 – eliberarea schizozoizilor; 4 şi 5 – dezvoltarea formei macrosferice; 6 – individ macrosferic; 7 şi 8 – indivizi macrosferici mascul şi femel eliberând izogameţii (9); 10 – copularea izogameţilor; 11 – zigot; 12 şi 13 – dezvoltarea formei microsferice.

Clasificare. În sistematica foraminiferelor s-au luat în considerare mai multe criterii şi anume: forma testului, natura lui, numărul lojilor, particularităţile aperturii. S-a constatat că natura chimică şi microstructura testului au o imporatanţă sistematică mai mare decât morfologia lui. Pe baza acestor criterii, Loeblich şi Tappan (1964) împart Ordinul Foraminiferida în cinci subordine: Allogromiina, Textulariina, Fusulinina, Miliolina şi Rotaliina.

Subordinul Allogromiina (Cambrian - Actual). Cuprinde foraminifere cu test membranos sau pseudochitinos, rar aglutinat. Testul, în general unilocular şi cu morfologie variată, se păstrează greu în stare fosilă.

Subordinul Textulariina (Cambrian - Actual). Sunt foraminifere cu test arenaceu, cu ciment variat, unilocular (*Saccamina*, Silurian - Actual; *Rhabdammina*, Ordovician superior - Actual), bilocular (*Ammodiscus*, Silurian - Actual) sau plurilocular (*Textularia,* Carbonifer - Actual) (Fig. 30).

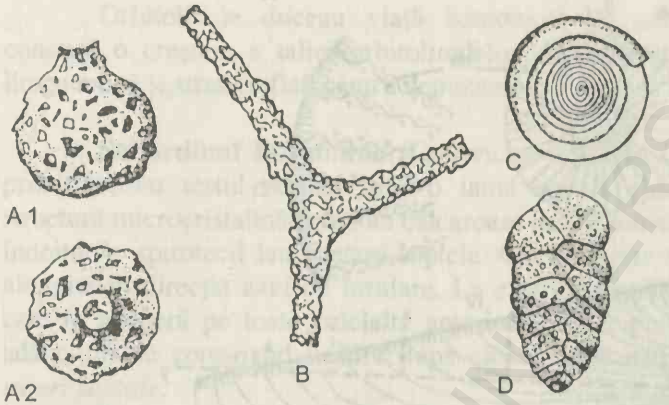


Fig. 30. Textulariina. A – *Saccamina sphaerica*: A1 – lateral, A2 – apertural; B – *Rhabdammina*; C – *Ammodiscus*; D – *Textularia* (A, C şi D din V. Barbu, 1968; B din E. Hanganu şi colab., 1983).

Familia Orbitolinidae. Cuprinde foraminifere mari, exclusiv fosile, cu talie ce variază între 2 – 3 mm şi câţiva centimetri în diametru. Testul poate fi conic, înalt sau aplatizat discoidal.

Orbitolina (Fig. 31) (Cretacic). Are un test de 10 – 30 mm diametru, neperforat, de formă conică, format din loji discoidale suprapuse, al căror diametru creşte de la loja embrionară spre baza conului. Axa de simetrie, după care s-a făcut înrularea, trece prin vârful conului şi centrul bazei lui. Lama spirală neperforată, alveolar-arenacee, formează peretele extern al conului. La interiorul conului se găsesc planşee suprapuse, poroase care reprezintă *septele principale*. Aceste planşee se dispun în ordine descrescătoare de la vârful conului, unde se găseşte loja embrionară, spre bază delimitând *lojile*; succesiunea acestora se evidenţiază în secţiune axială. Spaţiile etajate (lojile) sunt compartimentate radiar în *lojete* prin *septe secundare* ondulate şi perforate. În secţiune ecuatorială (perpendiculară pe axa de simetrie) se deosebesc, în cadrul fiecărei loji, trei zone:

- *zona marginală*, cu structură alveolară dată de numeroasele septule verticale şi orizontale care delimitează mici spaţii pe o porţiune inelară redusă a marginii lojilor;

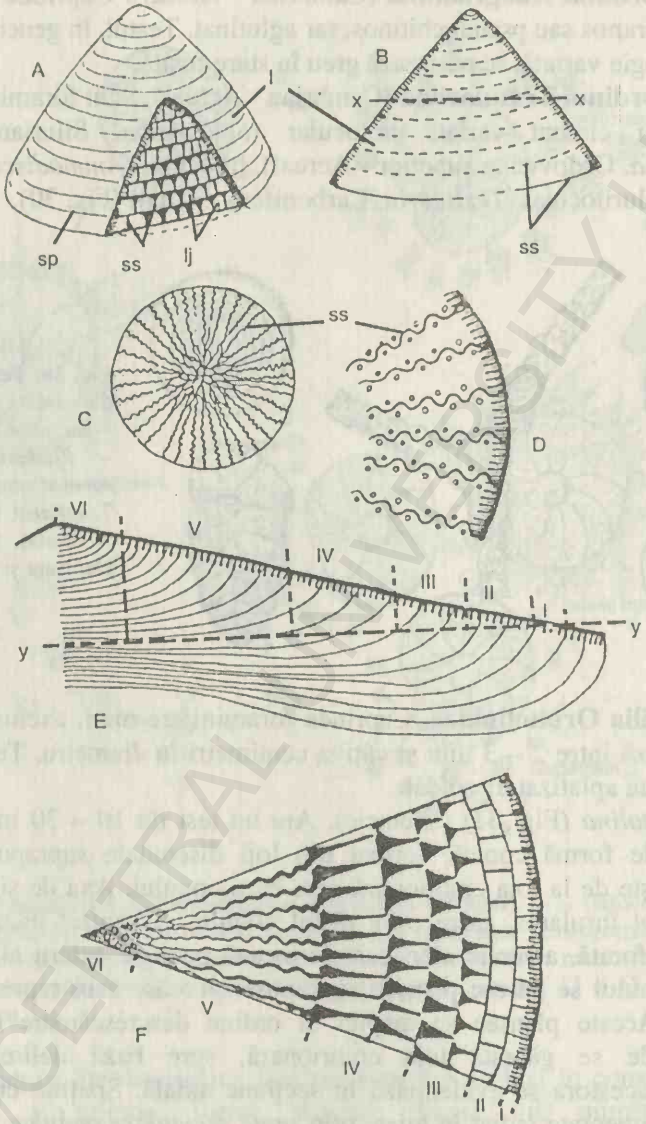


Fig. 31. Orbitolinidae. A – secțiune tangențială printr-o orbitolină conică; B – secțiune axială prin *Orbitolina*; C – secțiune transversală prin *Orbitolina* urmând axa xx; D – porțiune mărită din figura precedentă în care se vede localizarea porilor; E – secțiune axială schematică printr-o orbitolină plată; F – secțiune schematică transversală prin precedenta, urmând axa yy (după L. Moret, 1940); l – loji; lj – lojete; sp – sept principal; ss – sept secundar; xx și yy – axe transversale.

- *zona radiară* corespunzătoare lojetelor delimitate de septele secundare; lojetele alternează de la o lojă la alta;

- *zona reticulată* formează partea centrală a testului, în care septele secundare se întretaie formând o rețea. În unele cazuri zona radiară și cea reticulată nu se pot diferenția, fiind reunite într-o singură zonă, denumită centrală.

Apertura este multiplă, formată din numeroase orificii rotunjite dispuse radiar pe fața ventrală a testului.

Orbitolinele duceau viață bentonică. Pe parcursul Cretacicului se constată o creștere a taliei orbitolinidelor. Orbitolinidele prezintă importanță litogenetică și stratigrafică pentru depozitele cretacice (Cenomanian).

Subordinul Fusulinina (Ordovician - Triasic). Cuprinde foraminifere primitive, cu testul format dintr-o lamă spirală calcaroasă (*spiroteca*), cu structură microcristalină (granule calcaroase prinse într-un ciment calcaros). Prin îndoiturile spirotecii iau naștere septele. Cochilia este mai mult sau mai puțin alungită în direcția axei de înrulare. La exterior se observă numai ultima tură care le acoperă pe toate celelalte anterioare. Pe suprafața cochiliei se găsesc adâncituri ce corespund liniilor după care septele pătrund în interior, numite *suturi septale.*

Peretele testului este format dintr-un strat extern, subțire, neperforat, de culoare închisă denumit *tectum*, și un strat intern, gros, transparent, denumit *diafanotecă.* Acest perete primar poate fi acoperit de formațiuni secundare la exterior – *tectorium extern* – și la interior – *tectorium intern.* Tectorium extern este absent pe ultimul tur de spiră format. Acest tip de perete, caracteristic endothyridelor, se numește *diafanotecal* (Fig. 32-A).

La formele mai evoluate se găsește un alt tip de perete, cu structură alveolară, denumit *keriotecal* (Fig. 32-B). Acest tip de perete este format dintr-un tectum și un strat gros la interior, cu structură alveolară (prismatică), omolog diafanotecii, denumit *keriotecă.* Peretele keriotecal nu prezintă formațiuni secundare, respectiv tectorii.

Familia Endothyridae. Cuprinde foraminifere cu test subglobulos sau discoidal, de regulă înrulat plan-spiral (involut sau evolut), mai rar cu înrulare neregulată. Lojile sunt separate în lojete. Peretele testului este de tip diafanotecal.

Endothyra (Fig. 32-C) (Carbonifer - Permian). Este o formă primitivă, cu cochilia strâns înrulată planspiral cu puține ture (până la patru) și involut la maturitate; fiecare tură este împărțită în numeroase camere.

Familia Fusulinidae. Cuprinde foraminifere mari, cu talia cuprinsă între 1 și 70 mm, exclusiv fosile, foarte răspândite în Carbonifer și Permian,

lăsând numeroase fosile caracteristice. Testul are simetrie bilaterală şi se formează prin înrularea spirală în jurul unui ax virtual a unei lame calcaroase denumită *spirotecă*. Spaţiul cuprins între turele spirei este compartimentat în loji meridiane prin septe dispuse în planele axiale. Septele sunt nişte inflexiuni ale spirotecii către interior marcate pe suprafaţa testului de suturi meridiane. Lojile comunică între ele printr-o apertură unică (= tunel) situată la baza septului meridian sau prin pori septali. Peretele testului este de tip diafanotecal sau keriotecal.

Testul unor fusuline prezintă şi *formaţiuni endoscheletice,* care iau naştere prin creşterea exagerată a keriotecii sau a formaţiunilor secundare (*chomata* – îngroşări spirale de o parte şi de alta a tunelului, *septule* etc.).

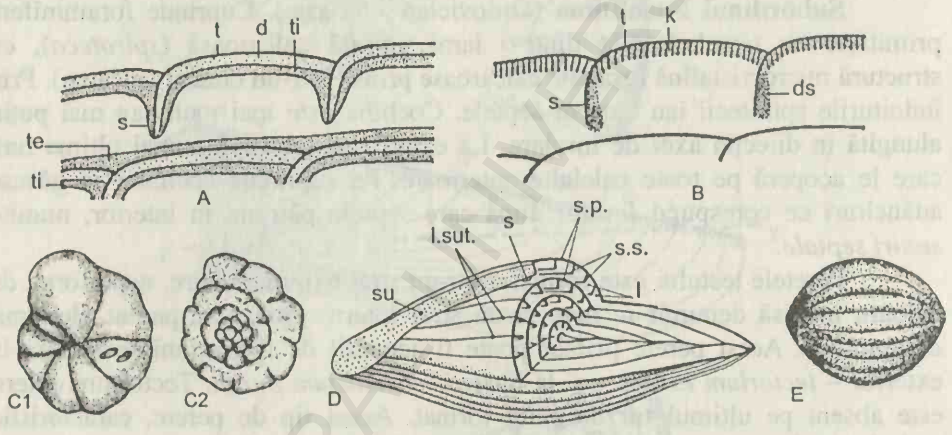


Fig. 32. Fusulinina. A – perete de tip diafanotecal; B – perete de tip keriotecal; **Endothyridae.** C – *Endothyra*: C1 – exterior; C2 – secţiune; **Fusulinidae.** D – structura schematică la *Fusulina*; E – *Schwagerina princeps* (A şi B după J. Sigal din J. Piveteau, 1952; C, E din V. Barbu, 1968; D din H. Boué et R. Chanton, 1968); a – apertură; d – diafanotecă; ds – depozite secundare; k – keriotecă; l – loji; l. sut. – linii de sutură; t – tectum; te – tectorium extern; ti – tectorium intern; s – sept; s. p. – sept principal; s. s. – sept secundar; su – ultimul sept principal.

Fusulina (Fig. 32-D) (Carbonifer). Are testul fusiform-subcilindric, cu perete diafanotecal, în parte fără tectorii, şi suturi ce corespund septelor vizibile pe faţa externă. Septele meridiane sunt ondulate şi străbătute de un tunel median. Ducea viaţă litorală în mările calde. În asociaţie cu alte organisme, fusulinele au dat naştere la „calcare cu *Fusulina*". Sunt fosile caracteristice pentru Carbonifer.

Schwagerina (Fig. 32-E) (Permian). Prezintă un test subglobular, cu diametrul de până la 10 mm, perete keriotecal, septe meridiane ondulate. Lojile sunt împărţite în lojete prin dezvoltarea accentuată a ondulaţiilor septale. Prin

acumularea cochiliilor s-au format calcare cu granulație fină. Este o fosilă caracteristică pentru Permian.

Neoschwagerina (Permian). Are testul fusiform, scurt până la globulos, cu diametrul de până la 10 mm, perete keriotecal, septe meridiane plane şi formaţiuni endoscheletice puternic dezvoltate.

Fusulinidele au o valoare biostratigrafică mare pentru că ele au înregistrat o evoluție rapidă şi o răspândire universală în intervalul Carbonifer – Permian. Erau forme bentonice, mai puțin pelagice, care au populat zonele litorale ale mărilor calde.

Subordinul Miliolina (Carbonifer - Actual). Sunt foraminifere cu test calcaros porțelanos, neperforat. Forma testului este variată: planspirală, flabeliformă (evantai), de tip agatisteg (camere dispuse după plane diferite).

Familia Nubeculariidae. Cuprinde foraminifere pluriloculare, neperforate, cu apertură unică, în majoritatea cazurilor. Testul, calcaros, poate fi spiralizat regulat (planspiral, trochospiral) sau neregulat. Carbonifer mediu – Actual.

Nubecularia (Fig. 33-A) (Jurasic - Actual). Are testul de formă variată, în general neregulată, complet planspiral sau numai în stadiul tânăr, partea terminală fiind uniseriată. Peretele calcaros este porțelanos iar apertura, unică, este rotunjită, fantiformă sau semilunară. A participat la construcțiile recifale din Miocen, când a dat mai multe specii caracteristice.

Familia Miliolidae. Sunt foraminifere bentonice cu testul gros, calcaros, neperforat, alcătuit dintr-un strat intern chitinos, peste care se dezvoltă un strat mijlociu calcaros. Acestea au caracteristic modul de dezvoltare agatisteg (în ghem).

Spiroloculina (Fig. 33-B) (Cretacic inferior - Actual). Are testul fusiform, planspiral, cu câte două loji pe un tur de spiră dispuse altern. Apertura este unică, rotunjită sau semicirculară.

Quinqueloculina (Fig. 33-C) (Jurasic - Actual). Are un test agatisteg, de 1 – 4 mm lungime, cu loji tubulare dispuse pentaradiar în plane diferite ce formează între ele unghiuri de 72^0. Lojile mai noi acoperă parțial lojile mai vechi; ultima lojă se recunoaşte după apertura rotundă, prevăzută cu un dinte median.

Triloculina (Fig. 33-D) (Jurasic - Actual). Are test agatisteg de până la 3 mm lungime. Camerele sunt dispuse după trei plane la individul adult, cu unghiuri între ele de 120^0 (în ontogeneză trece printr-un stadiu quinqueloculin). Camerele se acoperă astfel încât la exterior se văd numai ultimele trei. Apertura este rotundă şi prevăzută cu un dinte median.

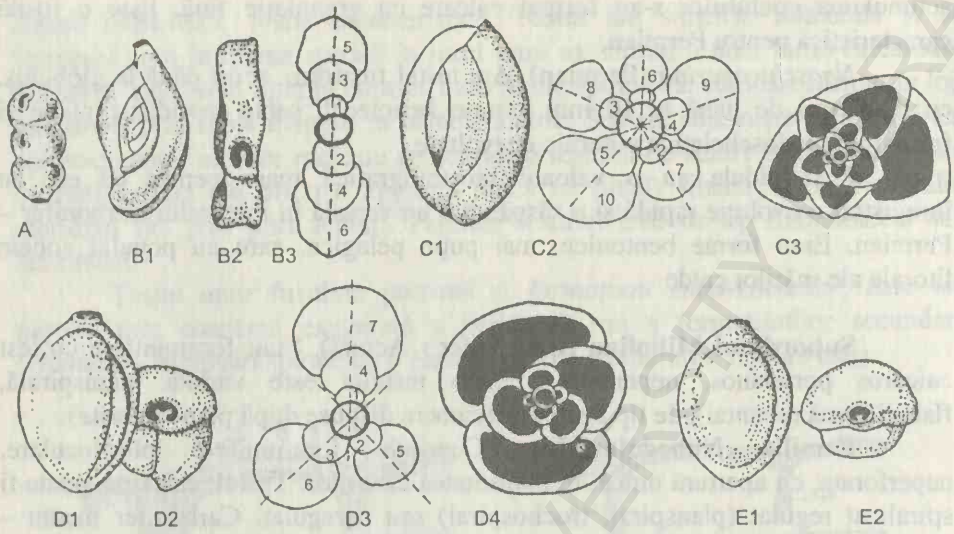


Fig. 33. Miliolidae. A – *Nubecularia novorossica*; B – *Spiroloculina*, faţă (B1), profil (B2) şi secţiune transversală (B3); C – *Quinqueloculina*, faţă (C1), schema înrulării (C2) şi secţiune transversală prin test (C3); D – *Triloculina*: vedere laterală (D1) şi aperturală (D2); schema înrulării (D3) şi secţiune transversală prin test (D4); E – *Biloculina*, vedere laterală (E1) şi aperturală (E2) (A, B1, C1 din V. Barbu, 1968; D, E din L. Moret, 1940).

Pyrgo (= *Biloculina,* Jurasic - Actual) (Fig. 33-E). Are o cochilie pluriloculară, cu camerele dispuse la adult după două plane la 180^0; la exterior se văd ultimele două camere. În ontogeneză trece printr-un stadiu quinqueloculin, triloculin şi în final biloculin. Apertura prezintă un dinte median larg şi bifid.

Familia Soritidae. Sunt forme fosile şi actuale cu testul în general planspiral, la unele genuri inelar (*Orbitolites*) sau flabeliform (*Peneroplis*). Camerele sunt divizate în lojete secundare. Ele fac trecerea între foraminiferele planspirale (*Peneroplis*) şi cele ciclostege (*Orbiculina, Orbitolites*).

Peneroplis (Fig. 34-A) (Eocen - Actual). Are, în stadiul tânăr, un test strâns răsucit, planspiral, care, la adult, prezintă diferite variaţii de înrulare (Fig. 34-B): în formă de evantai sau inelar, lenticular, puternic aplatizat lateral, (involut sau chiar evolut). Pe ultimul tur de spiră se găsesc 15 – 20 de loji separate prin suturi puternic arcuite. La unele specii, în stadiul matur spirala creşte foarte repede în lărgime iar lojile devin reniforme sau aproape inelare. Suprafaţa este netedă sau ornamentată cu striuri fine spirale. Apertura este multiplă, fiind formată dintr-un şir de orificii rotunjite, dispuse în lungul feţei aperturale. Astăzi trăieşte în mări tropicale.

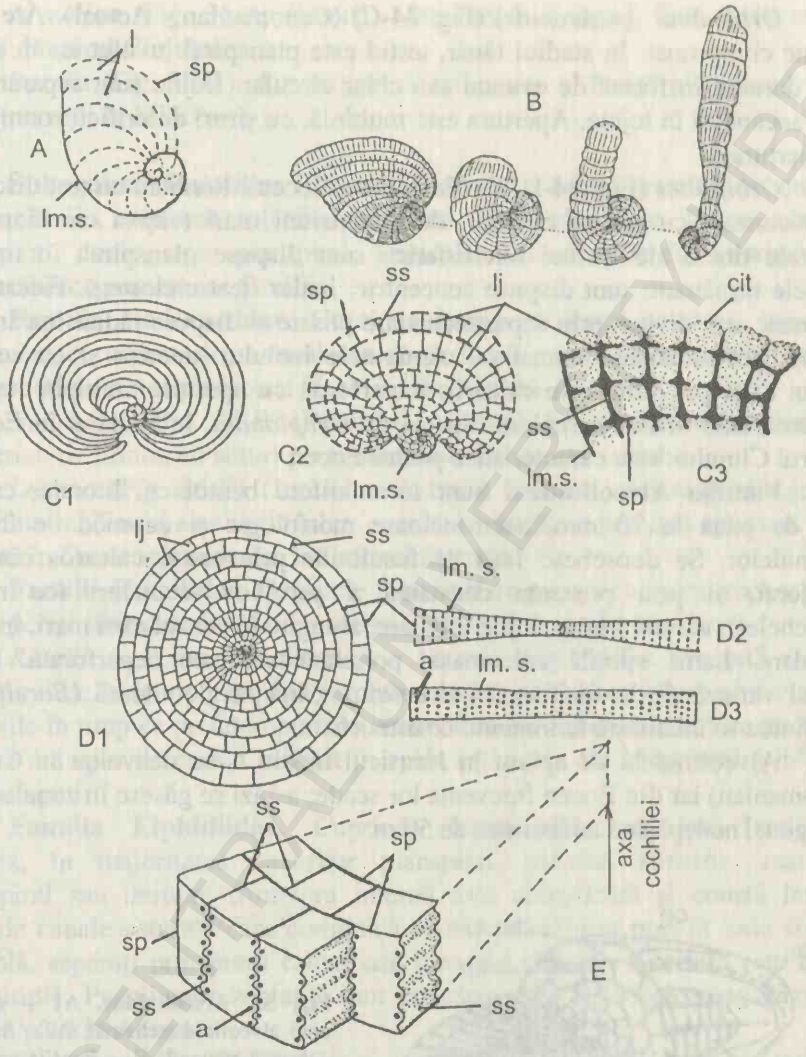


Fig. Soritidae. 34. A – *Peneroplis* (Eocen - Actual), structura schematică; B – variații de înrulare la *Peneroplis*; C – *Orbiculina* (Miocen - Actual): C1 – aspect general; C2 – structura schematică; C3 – detaliu cu pereții secundari; D – *Orbitolites* (Eocen): D1 - structura schematică în secțiune ecuatorială; D2 – secțiune axială; D3 – vedere laterală externă în care se observă orificiile aperturale aliniate; E – schema unui sector din cochilia de *Orbitolites* (după L. Moret, 1940); a – apertura (sau orificiile aperturale); cit – citoplasmă; l – loji principale; lj – lojete; lm.s. – lama spirală; sp – septe principale; ss – septe secundare.

Orbiculina (= *Archais*) (Fig. 34-C) (Cenomanian - Actual). Are testul puternic comprimat. În stadiul tânăr, testul este planspiral involut iar în stadiul adult, derulat, în formă de evantai sau chiar circular. Lojile sunt separate prin pereți secundari în lojete. Apertura este multiplă, cu șiruri de orificii rotunjite pe fața aperturală.

Orbitolites (Fig. 34-D, E) (Paleocen - Eocen). Prezintă un test discoidal, ușor biconcav, cu contur circular, de dimensiuni mari (câțiva cm diametru). Camerele tinere ale formei microsferice sunt dispuse planspiral, în timp ce camerele următoare sunt dispuse concentric, inelar (test ciclosteg). Fiecare inel concentric este divizat prin septe secundare plisate și dispuse radiar în cămărușe (lojete) care comunică numai cu cămărușele inelului anterior și cu cele ale inelului exterior. Zidul este calcaros imperforat, cu apertura multiplă compusă din numeroase orificii circulare. Specia *O. complanata,* întâlnită și în Eocenul din jurul Clujului, este caracteristică pentru Eocen.

Familia Alveolinidae. Sunt foraminifere bentonice, litorale, cu talii mari, de până la 70 mm, asemănătoare morfologic și ca mod de înrulare fusulinidelor. Se deosebesc însă de fusulinide prin testul calcaros compact, neperforat, și prin prezența constantă a pereților secundari (cu rol de endoschelet); aceștia împart lojile tubulare, alungite în sensul axei mari, în lojete secundare. Lama spirală calcaroasă, porțelanoasă, este neperforată. Forma testului variază de la fusiformă (*Alveolina*), până la globuloasă (*Borelis*). La alveolinide se întâlnește fenomenul de dimorfism.

Alveolinidele au apărut în Jurasicul mediu, s-au dezvoltat în Cretacic (Cenomanian) iar din Eocen frecvența lor scade; astăzi se găsesc în zonele calde, coraligene, nedepășind adâncimea de 50 m.

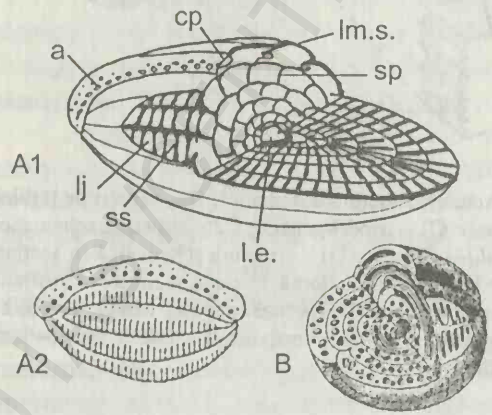


Fig. 35. Alveolinidae. A1 – structura unui alveolinid (schemă); A2 – *Alveolina* – aspect general; B – *Borelis melo* (A1 inspirat din L. Moret, 1940, A2 din V. Barbu, 1968, B după R. Brinkmann din Krumbiegel și Walther, 1984); a – orificii aperturale; cp – canal preseptal; l. e. – loja embrionară; lj – lojă; lm. s. – lama spirală; sp – sept principal; ss – sept secundar.

Alveolina (Fig. 35-A) (Eocen). Are formă alungită. Este frecventă în Eocenul din jurul Clujului.

Borelis (Fig. 35-B). Are un test de talie mică şi formă globuloasă. Este un gen frecvent în Miocen.

Subordinul Rotaliina (Permian - Actual). Sunt foraminifere cu test calcaros hialin, perforat, pluriloculare sau uniloculare, de forme variate: trochospiral, conic, uşor planspiral, lenticular. Acest subordin cuprinde 10 suprafamilii, cu numeroase familii.

Familia Nodosariidae. Cuprinde forme cu testul calcaros, uni- sau plurilocular, cu aspect vitros, străbătut de perforaţii mici. Apertura este stelată. Unele genuri au testul planspiral (*Lenticulina*, Fig. 36-A).

Nodosaria (Fig. 36-B) (Permian – Actual). Se caracterizează prin test monoseriat, rectiliniu, cu suturi perpendiculare faţă de axa testului.

Lagena (Fig. 36-C) (Jurasic – Actual). Este cel mai răspîndit gen al acestei familii. Testul este unilocular, ovoid, cu un gât ce prezintă apertura. Este frecventă în Cretacicul superior în faciesul de cretă.

Familia Rotaliidae. Cuprinde foraminifere cu test calcaros trochospiral, ai căror pereţi sunt străbătuţi de canale radiale şi intraseptale.

Rotalia (= *Ammonia*, Cretacic - Actual) (Fig. 36-D). Prezintă un test trochospiral de la lenticular până la plan-convex; pe faţa convexă sunt vizibile toate lojile în timp ce pe faţa opusă se observă numai lojile ultimei ture de spiră. Este una din speciile care a rezistat în apele salmastre ale Meoţianului inferior din Subcarpaţi.

Familia Elphidiidae. Cuprinde foraminifere cu test lenticular, biconvex, în majoritatea cazurilor planspiral, involut, simetric, mai rar trochospiral sau derulat. Structura internă este complicată şi constă într-un sistem de canale suturale care comunică cu exteriorul prin pori în linie simplă sau dublă, separaţi prin punţi calcaroase (procese retrale). Apertura este unică sau multiplă. Primii reprezentanţi sunt cunoscuţi din Paleocen şi se dezvoltă continuu până în Actual.

Elphidium (Fig. 36-E) (Eocen - Actual). Este genul reprezentativ al acestei familii. Are testul plan-spiral involut, simetric bilateral, cu lojile prevăzute cu procese retrale. Apertura, multiplă, constă dintr-un şir de pori dispuşi la baza feţei aperturale. Este un gen eurihalin, numeroase specii fiind frecvente în faciesurile salmastre. *E. macellum* are o mare frecvenţă în Sarmaţianul din zona subcarpatică.

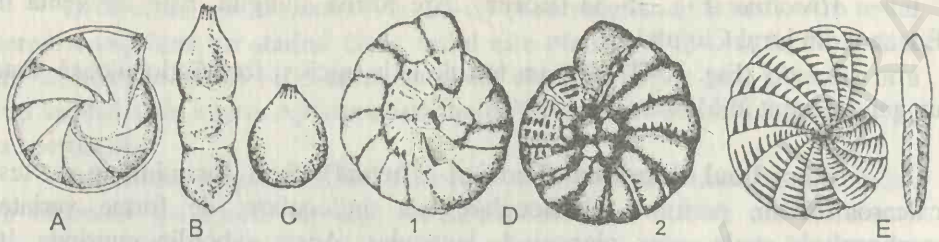


Fig. 36. Rotaliina. A – *Lenticulina* (*Robulus*); B – *Nodosaria*; C – *Lagena*; D – *Rotalia beccari*; E – *Elphidium macellum* (după V. Barbu, 1968).

Familia Nummulitidae. Caracteristicile acestei familii se regăsesc la genul principal *Nummulites* (= *Camerina*).

Nummulites (Fig. 37-A-G) (Paleocen - Oligocen inferior). Cuprinde foraminifere de talie mare, cu dimensiuni cuprinse între 6 şi 125 mm. Testurile au aspect de bănuţ în secţiune ecuatorială, de unde şi numele genului (lat. *nummus* – monedă mică; gr. *lithos* – piatră).

Testul are formă lenticulară, planspirală, globuloasă sau aplatizată. Turele se acoperă una pe alta astfel încât, la exterior, nu este vizibilă decât ultima tură (test involut). Forma lenticulară a testului rezultă din înrularea planspirală, în jurul unui ax scurt, a unei lame spirale de formă ogivală. Lama spirală este constituită dintr-un strat extern gros, perforat, dublat spre interior de un strat subţire, neperforat, din ale cărui îndoiri se formează *septele* care împart spaţiul dintre două spre suprapuse în loji (Fig. 37-A, B, G). În partea inferioară a septelor se găseşte o apertură mică prin care protoplasma comunică de la o lojă la alta. Nu există o faţă aperturală. Inserţia septelor se prelungeşte pe flancurile lojilor prin urme caracteristice fiecărei specii, variate ca formă: drepte, ondulate, meandriforme etc., denumite *filete septale* (Fig. 37-H). Zona centrală a unor numuliţi este întărită prin formaţiuni endoschelatice compacte în formă de stâlpi (*pilieri*), care apar pe suprafaţa testului ca nişte *granule* (Fig. 37-H7).

În *secţiune ecuatorială* se observă lama spirală de grosime variabilă, canalul spiral divizat în loji prin pereţi despărţitori transversali (septe), cât şi loja embrionară (Fig. 37-D).

În *secţiune axială* sau *transversală* se observă lama spirală, canalul spiral, loja embrionară şi pilierii (Fig. 37-C).

După morfologia externă: talie, forma testului, aspectul suprafeţei testului, precum şi după structura internă, se pot separa mai multe categorii de numuliţi: mari (15 – 120 mm), mijlocii (6 – 15 mm) şi mici (cu diametrul sub 6 mm); de asemenea, există numuliţi plaţi, lenticulari şi bombaţi, sau numuliţi netezi sau granulaţi.

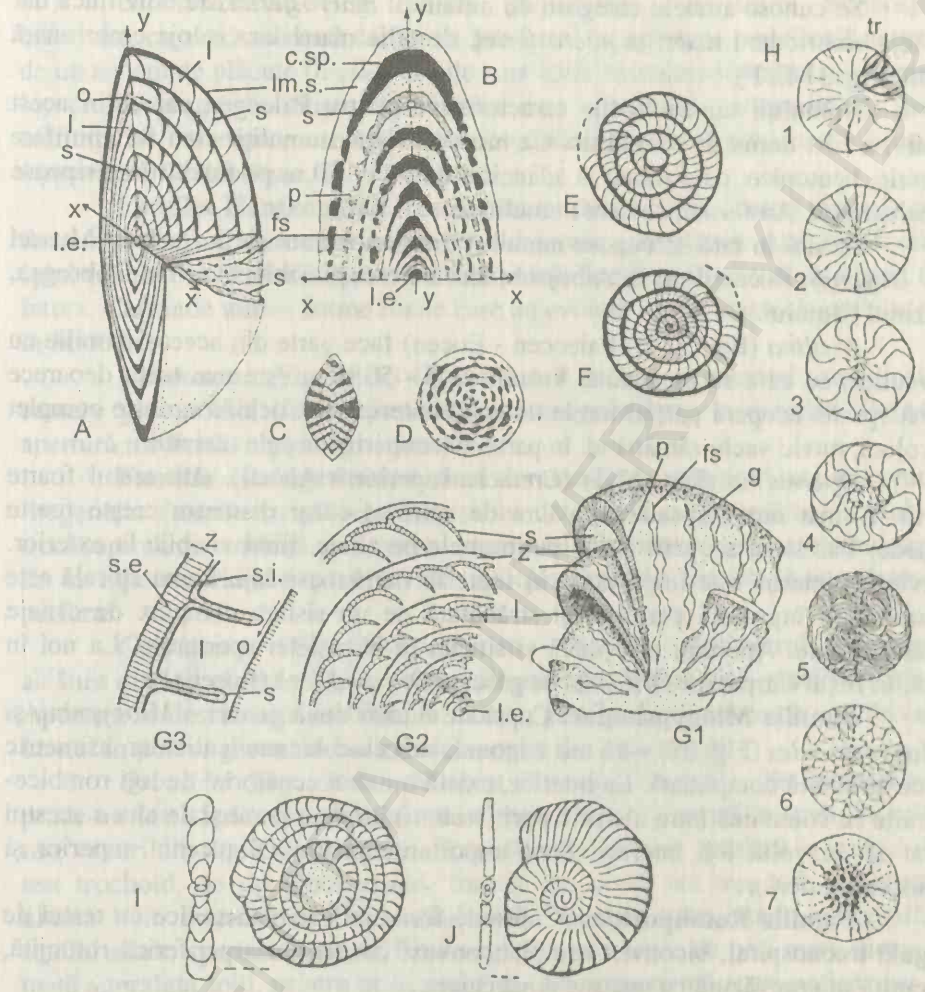


Fig. 37. Nummulitidae. A – schema unui numulit în secțiune axială și ecuatorială; B – secțiune axială (detaliu); C – secțiune axială; D – secțiune ecuatorială; E – forma macrosferică de la *Nummulites levigatus*; F – forma microsferică de la aceeași specie; G – structura testului la *Nummulites*: G1 – fragment de test; G2 – G3 - detaliu al secțiunii ecuatoriale; H – filete septale: 1 – inserția filetelor septale pe lama spirală prin trabecule transverse; 2 – filete drepte sau radiare; 3 – filete ondulate; 4 – filete sinuoase; 5 – filete meandriforme; 6 – filete reticulate; 7 – granulații produse de pilieri; I – *Assilina*; J – *Operculina complanata* (A-F și H din L. Moret, 1940; G, I și J din V. Barbu, 1968); c. sp – canal spiral; fs – filete septale; g – granule; l – lojă; l.e. – lojă ecuatorială; lm.s. - lamă spirală; o – orificiu; p – pilier; s – sept; s.e. – strat extern; s.i. strat intern; tr – trabecule transverse; z – zid (lama spirală); xx – axa de înrulare; yy – axă planului ecuatorial.

Se cunosc ambele categorii de numuliți: *macrosferici*, de talie mică dar cu loja embrionară mare, și *microsferici*, de talie mare dar cu loja embrionară mică (Fig. 37-E, F).

Numuliții au dat fosile caracteristice pentru Paleogen care, din acest motiv, a fost numit și Numulitic. Ca mod de viață, numuliții erau foraminifere litorale, bentonice, care trăiau la adâncimi de 50 - 150 m pe fundurile nisipoase și calcaroase. Au format calcare numulitice.

La noi în țară se cunosc numuliți din Senonianul de la Pucheni-Muscel (*N. elegans*), Eocenul de la Albești-Muscel, Porcești-Sibiu, Azarlâc-Dobrogea, Bazinul Clujului.

Assilina (Fig. 37-I) (Paleocen - Eocen) face parte din aceeași familie cu numuliții, cu care se aseamănă. Testul, de 5 - 50 mm, este mai turtit deoarece lama spirală acoperă parțial turele de spiră anterioare. Cochilia nu este complet involută, turele vechi rămânând, în parte, neacoperite de cele mai noi.

Operculina (Fig. 37-J) (Cretacic superior - Actual). Are testul foarte turtit, format din trei sau patru ture de spiră al căror diametru crește foarte repede. Turele se acoperă foarte puțin unele pe altele, fiind vizibile la exterior. Cavitatea internă este împărțită prin septe în numeroase loji. Lama spirală este foarte mult îngroșată periferic și străbătută de un sistem complex de canale anastomozate. Apertura este mică și situată la baza feței aperturale. La noi în țară, în flișul Carpaților Orientali, se găsește *O. canalifera* (Eocen).

Familia Miogypsinidae. Cuprinde numai două genuri – *Miogypsina* și *Miogypsinoides* (Fig. 38) – cu test trigonal, suborbicular sau lenticular, asimetric și cu structură complicată. La interior, există un strat ecuatorial de loji rombice-arcuite ce comunică între ele prin pori (stoloni) iar de o parte și de alta a acestui strat se dezvoltă loji laterale. Sunt importante pentru Oligocenul superior și Miocenul inferior.

Familia Rotaliporidae. Cuprinde foraminifere planctonice cu testul de regulă trochospiral, biconvex sau planconvex, cu marginea periferică rotunjită, ascuțită sau prevăzută cu una sau două carene.

Rotalipora (Fig. 38-B). Este un gen caracteristic pentru Cenomanian. Testul este trochospiral, ombilicat, cu o carenă marginală; pe lângă apertura principală, există și aperturi suplimentare ventrale, situate pe suturi.

Ticinella (Fig. 38-C) (Albian - Cenomanian inferior). Are testul trochospiral, biconvex, larg ombilicat, cu marginea periferică rotunjită, necarenată. Apertura principală este semilunară iar aperturile secundare suturale sunt dispuse periombilical. Suprafața este netedă sau spinoasă.

Familia Globotruncanidae. Este o familie înrudită cu Familia Globigerinidae, genul cel mai important fiind *Globotruncana*.

Globotruncana (Fig. 38-D) (Senonian). Are testul trochospiral, biconvex, cu una sau două carene la periferie, cu apertura ombilicală acoperită de un sistem de plăcuțe (*tegila*). Lojile sunt aplatizate dorso-ventral iar diametrul lor crește progresiv. Suprafața testului este netedă sau acoperită cu noduli mărunți. A dat numeroase specii caracteristice pentru Senonian (*G. arca, G. lapparenti, G. linneiana, G. stuarti* etc.).

Familia Hantkenidae. Testul este trochospiral, în stadiul tânăr, la adult devenind planspiral involut. Lojile, ovoidale sau globuloase, sunt prevăzute cu spini tubulari la periferie. Apertura este unică, fantiformă, uneori cu aspect de T întors. Cuprinde numai forme fosile care au evoluat din Cretacicul superior până în Miocen.

Hantkenina (Fig. 38-E) (Eocen). Are un test plan-spiral, ombilicat, cu camere globuloase, fiecare prevăzută cu un spin lung la exterior. Posedă o apertură mediană cu prelungiri laterale.

Familia Globigerinidae. Sunt foraminifere pelagice care au avut rol litogenetic (marne cu globigerine) și au dat fosile caracteristice. Testul este trochospiral, cu tendință de a deveni planspiral, diametrul lojilor crescând repede de la loja embrionară până la ultima lojă. Peretele testului este calcaros și perforat.

Globigerina (Fig. 38-F) (Eocen - Actual). Are testul trochospiral, alcătuit din loji globuloase, cu perforații mari care îl ușurează, ajutând la plutire. Apertura se deschide în ombilic. În Actual, globigerinele trăiesc în mările calde. La noi în țară se găsesc în baza Badenianului din Subcarpați.

Orbulina (Fig. 38-G) (Miocen inferior - Actual). Se caracterizează printr-un test sferic, constituit numai dintr-o singură cameră în stadiul adult (în rare cazuri din două, trei camere). Formele microsferice prezintă în stadiul tânăr test trochoid, de tip globigerinid, format din două sau trei loji, înglobate în ultima lojă, foarte mare. În stadiul tânăr apertura este interio-marginală; în stadiul adult, apertura lipsește, fiind suplinită de o serie de pori mari, dispuși pe toată suprafața lojii, printre porii mai fini. Are importanță stratigrafică mai ales pentru Miocenul mediu (Badenian).

Familia Amphisteginidae. Sunt forme cu test lenticular, trochospiral, de obicei involut, asimetric, cu perete gros, perforat și apertură unică. Aici este inclus un singur gen – *Amphistegina* – cunoscut din Eocen – Actual (Fig. 38-H). Acesta are testul lenticular, biconvex, cu suprafața netedă sau granulată. Pe fața spirală suturile sunt radiare sau ondulate; pe fața ombilicală prezintă ondulații accentuate care marchează lojetele secundare ce alternează cu cele principale.

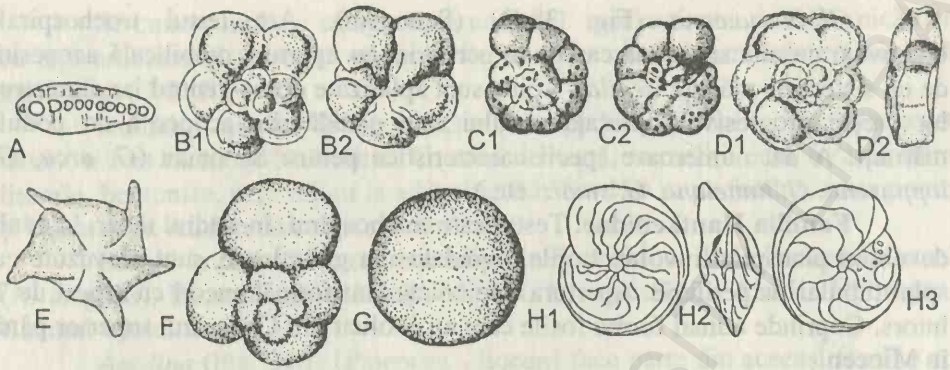


Fig. 38. Miogypsinidae. A – *Miogypsinoides lateralis* (secţiune axială); **Rotaliporidae.** B – *Rotalipora appeninica*; C - *Ticinella roberti*: C1 – dorsal; C2 – ventral; **Globotruncanidae.** D – *Globotruncana linneiana*; **Hantkenidae.** E – *Hantkenina alabamensis*; **Globigerinidae.** F – *Globigerina bulloides*; G – *Orbulina universa;* **Amphisteginidae.** H – *Amphistegina madagascariensis* (A şi H din J. Sigal, în J. Piveteau, 1952; B-G din V. Barbu, 1968).

Familia Orbitoididae. Cuprinde forme de dimensiuni mari (10 – 90 mm diametru), cu o structură specială (Fig. 38-A). Testul conţine un strat de *loji ecuatoriale* acoperit, pe ambele părţi, de stratele *lojilor laterale* dispuse în şiruri suprapuse aproximativ regulat. Pereţii lojilor sunt perforaţi şi întăriţi prin stâlpi radiari de susţinere (pilieri). Forma testului este variată: lenticulară, biconcavă sau biconvexă. Aparatul embrionar prezintă un dimorfism accentuat. La forma microsferică acesta este format dintr-o lojă mică iar la forma macrosferică, din două până la patru loji sau chiar mai multe. Aperturile au o formă circulară şi sunt dispuse lateral.

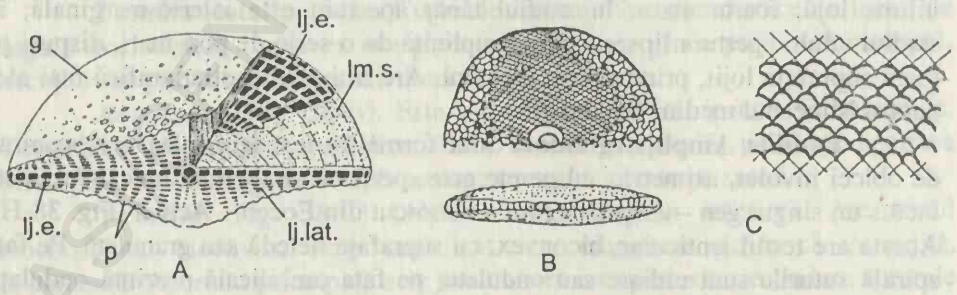


Fig. 39. Orbitoididae. A – schema unui orbitoidid văzut în secţiune ecuatorială şi, parţial, în secţiune axială; B – *Orbitoides* – secţiune axială (sus) şi ecuatorială (jos); C – aspectul reţelei ecuatoriale la *Orbitoides* (din L. Moret, 1940); g – granule (ce corespund pilierilor); lj. e. – lojete ecuatoriale; lj. lat. – lojete laterale; lm. s. – lama spirală.

Orbitoides (Fig. 39-B, C) (Campanian - Maastrichtian). Are un test lenticular-turtit, ornamentat cu noduli corespunzători stâlpilor şi, uneori, cu coaste radiare.

Orbitoizii duceau viaţă bentonică litorală, în mările calde. Trăiau la adâncimi mai mici decât numuliţii.

Familia Discocyclinidae. Cuprinde foraminifere mari, cu diametrul de până la 50 mm, cu test discoidal, lenticular sau stelat, cu partea centrală aplatizată sau îngroşată inegal. Se cunosc din Paleocen şi Eocen.

Genul reprezentativ al acestei familii este *Discocyclina* (= *Orthophragmina*) care prezintă un test ciclosteg subţire, discoidal, bombat, uneori stelat. În plan ecuatorial se observă loji arcuite sau dispuse în cercuri concentrice compartimentate în lojete rectangulare sau uşor hexagonale; lojetele laterale sunt mici, numeroase şi traversate de stâlpi de susţinere (Fig. 40-A, B). Acest gen are cea mai mare dezvoltare în Eocen dar trece şi în Oligocen.

Familia Lepidocyclinidae. *Lepidocyclina* (Fig. 40-C, D), gen caracteristic pentru Oligocen, se recunoaşte după forma lenticulară sau stelată. Lojile ecuatoriale sunt hexagonal-alungite.

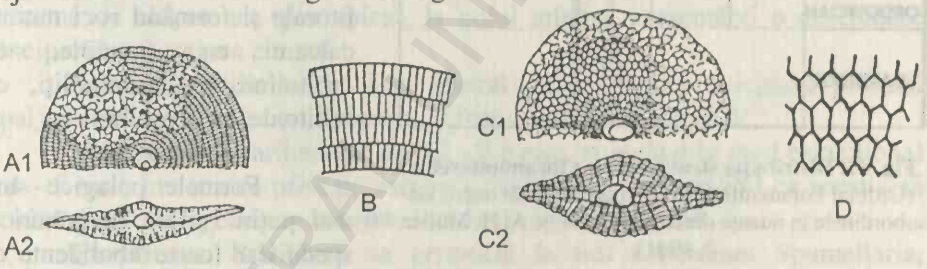


Fig. 40. Discocyclinidae. A-B – *Discocyclina*: suprafaţa externă (A1) şi secţiune ecuatorială (A2); B – aspectul reţelei ecuatoriale; **Lepidocyclinidae.** C-D – *Lepidocyclina*: suprafaţa externă (C1) şi secţiune ecuatorială (C2); D - aspectul reţelei ecuatoriale (din L. Moret, 1940).

Distribuţie stratigrafică (Fig. 41). Primele fosile de foraminifere se cunosc din Cambrianul inferior. Ele au cunoscut trei perioade de apogeu ale dezvoltării specifice: în Carbonifer - Permian, prin Suprafamilia Fusulinacea; în Cretacic, prin diferite genuri şi specii bentonice mari de Orbitolinidae, Orbitoididae, diciclinide (*Dicyclina*, Familia Verneuilinidae) etc., cât şi genuri şi specii planctonice din familiile Rotaliporidae, Globotruncanidae etc; în Paleogen, prin specii bentonice de Nummulitidae, Discocyclinidae, Alveolinidae, Miogypsinidae etc., cât şi prin specii planctonice de Globigerinidae, Globorotaliidae etc. Neogenul şi Cuaternarul se caracterizează printr-un declin al foraminiferelor care se continuă şi astăzi.

Filogenie. Relațiile filogenetice dintre diferitele grupe de foraminifere sunt divers interpretate în funcție de caracterele evolutive luate în considerare. Testul chitinoid este considerat un caracter primitiv iar testul aglutinat şi cel calcaros, un caracter derivat.

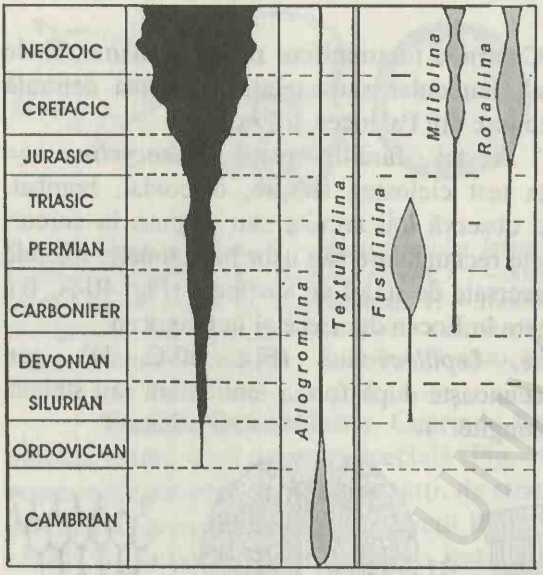


Fig. 41. Distribuția stratigrafică a foraminiferelor (Ordinul Foraminiferida este reprezentat în negru iar subordinele în nuanță deschisă) (bazat pe A. H. Müller, 1961).

Paleoecologie. Majoritatea foraminiferelor actuale sunt forme marine, bentonice (95% dintre specii) şi trăiesc de-a lungul coastelor, cele aglutinate indicând ape mai reci iar cele calcaroase, ape mai calde. În mările actuale forme bentonice mai importante sunt miliolidele. În trecutul geologic, formele bentonice au fost foarte răspândite, trăind în bancuri foarte dense în zonele litorale şi formând roci numite calcare cu fusuline, cu orbitoline, cu nummuliți, cu orbitoide, cu alveoline etc.

Formele pelagice sunt mai puțin variate ca genuri şi specii dar foarte abundente ca număr de indivizi. Dintre acestea, cele mai importante sunt globigerinele, care în mările actuale formează aşa numitul „mâl cu globigerine", răspândit mai ales în mările Emisferei Sudice. Deşi foraminiferele fosile duceau o viață în general asemănătoare cu a celor actuale, nu toate foraminiferele pot avea rolul unor fosile de facies. De exemplu, unele bulimide (*Bulimina inflata, Sphaeroidina bulloides* etc.) erau adaptate în Miocen la ape de mică adâncime, pe când astăzi ele se întâlnesc în zonele batială şi abisală.

Subclasa Actinopoda

Cuprinde sarcodine care se caracterizează prin pseudopode subțiri, dispuse radiar, ca nişte raze, susținute uneori de baghete scheletice foarte fine de natură silicioasă (gr. *aktis* – rază; *pous, podos* – picior).

Ordinul Radiolaria

Cuprinde sarcodine exclusiv marine, planctonice, cu schelet silicios care se păstrează prin fosilizare. Celula se caracterizează prin prezența unei *capsule centrale* – o membrană chitinoidă poroasă care împarte citoplasma în endoplasmă și ectoplasmă (Fig. 42-A). Citoplasma intracapsulară este granulară și conține un singur nucleu mare, sferic. Citoplasma extracapsulară se diferențiază într-o pătură internă pericapsulară și o pătură externă care prezintă numeroase vezicule gelatinoase (vacuole) cu rol în plutire care îi conferă un aspect spumos. Din citoplasma vacuolară pornesc radiar pseudopode fine, contractile, ramificate și uneori anastomozate. Porii capsulei centrale pot fi răspândiți uniform pe suprafața capsulei sau pot avea diferite dispoziții.

Scheletul este, la majoritatea radiolarilor, foarte delicat și variat. La formele primitive el este format din silice amorfă și reprezentat de spiculi liberi masivi, tetractini, așezați la suprafața citolplasmei celulare. La formele evoluate scheletul se prezintă ca o rețea continuă, sferică, elipsoidală, lenticulară sau în formă de clopot, care este străbătută de numeroase deschideri reticulare, trei sau numai una. Adesea, formele sferice prezintă țepi de plutire dispuși radiar iar cele în formă de clopot, un spin apical, la polul inferior prezentând o deschidere principală cu marginea zimțată.

Scheletele radiolarilor și-au păstrat rareori natura silicioasă primară (opal); de cele mai multe ori, scheletul a fost calcifiat metasomatic.

Mărimea radiolarilor este de 0,1 - 0,5 mm, ajungând în mod excepțional la 4 - 5 mm. În ceea ce privește originea radiolarilor, este posibil ca aceștia să provină din dinoflagelate cu schelet silicios și capsulă centrală.

Clasificare. Radiolarii se grupează în trei subordine: Spumellaria, Nassellaria și Trypilaria.

Subordinul Spumellaria (Cambrian - Actual). La aceste forme porii capsulei centrale sunt răspândiți pe toată suprafața acesteia. Scheletul poate lipsi sau formează o structură reticulară, cu simetrie radiară. După forma scheletului se deosebesc forme sferice (Sphaeroidea), ovale (Prunoidea) și lenticular-neregulate, cu trei axe inegale (Larcoidea).

Cenosphaera (Fig. 42-B) (Paleozoic - Actual). Are testul sferic, cu pori simpli.

Acanthosphaera (Fig. 42-C) (Ordovician - Actual). Are scheletul reprezentat de o rețea fină de silice.

Actinomma (Fig. 42-D) (Devonian - Actual). Are scheletul constituit din mici acicule.

Porodiscus (Paleozoic - Actual). Are testul discoidal format dintr-o cameră centrală sferică înconjurată de şiruri concentrice sau spirale de camere mai mici; cele două feţe ale discului sunt acoperite de o lamă subţire, perforată.

Rhopalastrum (Fig. 42-E) (Paleozoic - Actual). Are o structură asemănătoare cu cea a genului precedent dar prezintă trei braţe măciucate la capete.

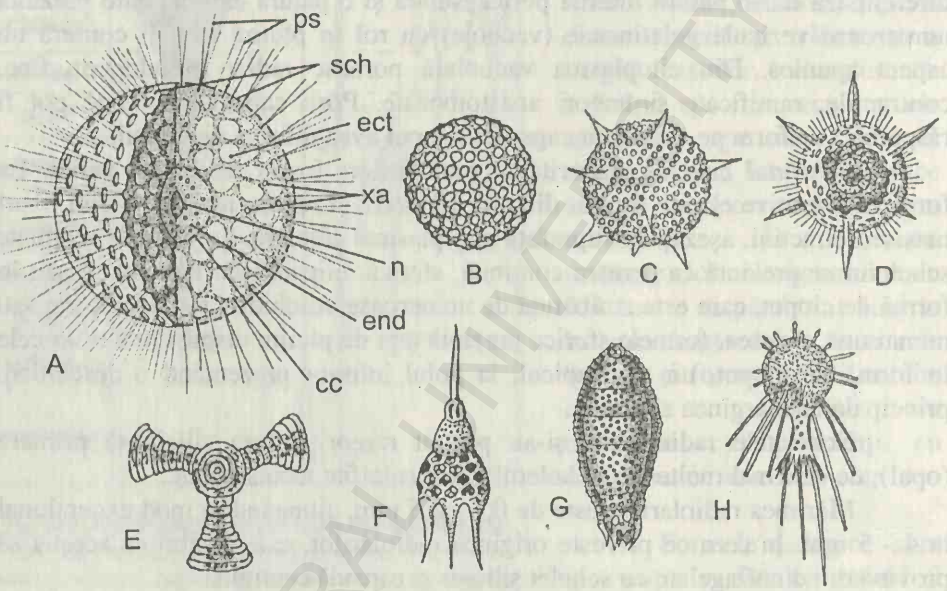


Fig. 42. Radiolaria. A – structura unui radiolar (schemă); B – *Cenosphaera*; C – *Acanthosphaera*; D – *Actinomma*; E – *Rhopalastrum*; F – *Podocyrtis*; G – *Lithocampe*; H – *Porospathis* (A din H. Boué şi R. Chanton, 1968; B, C, E, H din B. Ionesi, 1982; D, F din L. Moret, 1940; G după G. Deflandre, din J. Piveteau, 1952); cc – capsulă centrală; ect – ectoplasmă; end – endoplasmă; n – nucleu; ps – pseudopode; sch – elemente scheletice; xa – zooxantele (alge simbionte).

Subordinul Nassellaria (Silurian - Actual) cuprinde forme la care porii capsulei centrale sunt grupaţi numai pe o mică suprafaţă a membranei. Scheletul este de obicei monaxon, de diferite forme: cască, con, cupă etc.

Podocyrtis (Fig. 42-F) (Cretacic - Actual). Prezintă o reţea scheletică complicată, cu strangulaţii; prezintă un spin apical iar la polul opus trei prelungiri ale marginii orale.

Lithocampe (Fig. 42-G) (Paleozoic - Actual). Are testul elipsoidal sau fusiform, fără spin apical.

Subordinul Trypilaria (Pheodaria) grupează îndeosebi radiolari actuali cu schelet extrem de complicat. Capsula centrală, cu trei deschideri, dintre care una principală, se găseşte la extremitatea unui tub înconjurat de o masă de pigment brun numit *feodium* (de unde le vine şi numele de Pheodaria). Scheletul, când există, este format din elemente goale ce conţin silicat organic, care nu se păstrează prin fosilizare decât în condiţii excepţionale. Un exemplu este genul *Porospathis*, cunoscut din Miocen - Actual (Fig. 42-H).

Distribuţie stratigrafică. Radiolarii sunt cunoscuţi cu certitudine din Cambrian. Ei au avut momente de apogeu evolutiv în Jurasic, Cretacic şi Terţiar. Nu au dat fosile conducătoare, ci de facies. Radiolarii au contribuit la geneza unor roci silicioase precum radiolarite şi jaspuri; argilele de tip tripoli din Sicilia şi nordul Africii (Tripoli) au ajuns vestite prin bogăţia lor în radiolari.

Filogenie. Pe baza cercetărilor de citologie comparată, radiolarii se consideră că au evoluat din dinoflagelate cu schelet silicios şi capsulă centrală.

Paleoecologie. Radiolarii actuali sunt protozoare planctonice marine, euriterme şi eurihaline. Formele fosile duceau o viaţă probabil asemănătoare, fapt care explică larga lor răspândire din Paleozoic până în Actual.

Clasa CILIOPHORA

Sunt protozoare evoluate cu diferenţieri morfologice legate de funcţia de hrănire (peristom, citofaringe, citostom, citoproct), care au ca organite de mişcare *cilii*. Importanţă paleontologică prezintă reprezentanţii Subordinului Tintinnina (din Ordinul Spirotrichida), care au dat fosile caracteristice pentru Jurasicul superior şi Cretacicul inferior.

Subordinul Tintinnina. Tintininele au corpul celular protejat de un test calcaros numit *lorică* cu formă de clopot, con sau cilindru. Lorica prezintă o apertură largă sau mai îngustă, prevăzută cu un guler îndreptat spre exterior. Prin lorică celula emite o coroană de tentacule foliacee (Fig. 43-A). La partea opusă aperturii, lorica se poate prelungi cu un ţep. Suprafaţa loricii poate fi ornamentată cu coaste transversale, longitudinale, spirale sau reticulare. Lorica speciilor actuale este de natură organică, complexă. Loricile fosilizate în calcare sunt şi ele calcaroase; mărimea lor este de 80 - 150 de microni.

Tintininele actuale prezintă un înveliş ciliar redus la un smoc de cili alungiţi şi dispuşi în spirală în jurul peristomului, formând zona adorală.

Calpionella (Fig. 43) (Jurasic superior - Cretacic inferior). Are lorica globuloasă sau ovoidă, cu extremitatea aborală rotunjită. Speciile *C. alpina* (Fig.

43-B) şi *C. eliptica* (Fig. 43-C) sunt caracteristice Tithonicului (Jurasic superior).

Tintinopsella (Fig. 43-D) (Jurasic superior - Cretacic inferior). Prezintă o lorică în formă de clopot, rotunjită aboral, uneori prelungită printr-un ţep caudal; în zona orală, gulerul este răsfrânt spre exterior. Specia *T. carpathica* este caracteristică Cretacicului inferior de la noi din ţară.

Tintininele sunt larg răspândite în calcarele microcristaline ale Jurasicului superior (Tithonic) şi ale Cretacicului inferior din regiunea Tethysului. Formele actuale (peste 800 specii), în marea lor majoritate, duc o viaţă planctonică, fiind mult mai numeroase şi diversificate în apele calde decât în cele reci. Unele specii (2%) sunt eurihaline, fiind adaptate la viaţa în bazine salmastre şi chiar limnice.

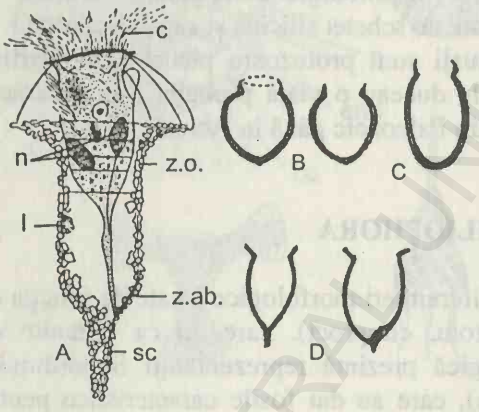


Fig. 43. Tintinnina. A – *Tintinnopsis campanula*; B – *Calpionella alpina*; C – *Calpionella eliptica*; D – *Tintinnopsella carpathica* (din V. Barbu, 1968); c – cili; l – lorica; n – nuclei; sc – spin caudal; z. ab. – zona aborală; z.o. – zona orală.

Incertae sedis CHITINOZOA

În această categorie sunt incluse testuri de natură chitinoasă care au aparţinut unor microorganisme marine, bentonice sau planctonice. Testurile au forme diferite (de butelie, ovoidă, globuloasă, uneori prinse în şirag), simetrie axială, pe suprafaţă putând avea spini simpli sau ramificaţii. Apertura testului prezintă guleraş şi diafragmă (Fig. 44). Peretele testului este gros şi opac, acoperit cu un înveliş subţire şi strălucitor (tegmen).

Grupul de organisme care a produs aceste testuri nu este cunoscut cu siguranţă, chitinozoarele fiind considerate rhizopode, flagelate, gonoteci de hidrozoare etc.

Distribuţia stratigrafică a chitinozoarelor este restrânsă: Ordovician – Devonian mediu. Dintre genurile reprezentative menţionăm pe *Lagenochitina*

(Ordovician - Gothlandian) (Fig. 44-D), *Conochitina* (Ordovician – Devonian inferior) (Fig. 44-C) şi *Desmochitina* (Ordovician - Gothlandian) (Fig. 44-E). Unele genuri au fost întâlnite şi în argilele siluriene din Platforma Moesică şi Platforma Moldovenească.

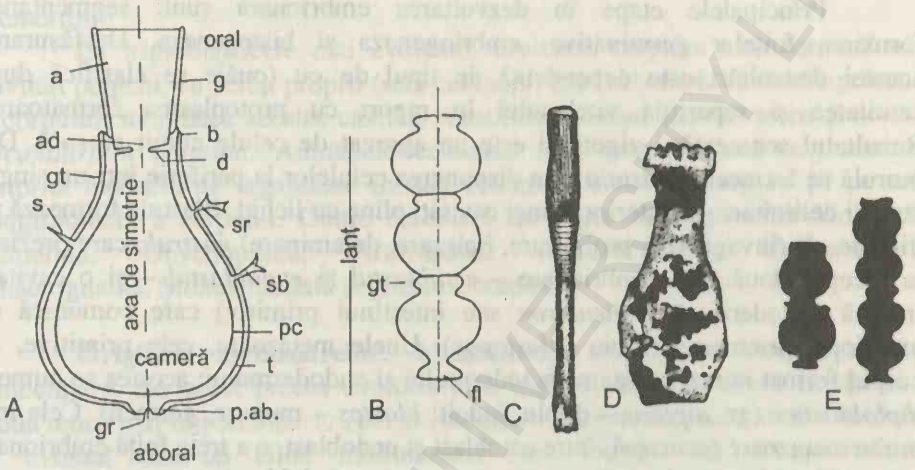


Fig. 44. Chitinozoa. A – schema structurii corpului; B – lanţ de indivizi; C – *Conochitina striata*; D – *Lagenochitina bohemica*; E – *Desmochitina nodosa* (din V. Barbu, 1968); a – apertură; ad – apertura diafragmei; b – buze; d – diafragme; g – guler; gr – gropiţă aborală; gt – gât; pc – peretele camerei; p.ab. – papilă aborală; s – spin simplu; sb – spin bifid; sr – spin ramificat; t – tegmen.

Subregnul METAZOA

Metazoarele sunt animale pluricelulare, solitare sau coloniale. Alcătuirea pluricelulară a corpului determină o *specializare* morfo-fiziologică a celulelor care sunt organizate în structuri ierarhice: ţesuturi, organe, aparate şi sisteme. Coordonarea funcţională de ansamblu se realizează pe două căi interactive: nervoasă şi hormonală.

Nutriţia este heterotrofă, modul primitiv de digestie fiind digestia intracelulară, care este treptat înlocuită de cea cavitară. Fagocitoza rămâne o proprietate a globulelor albe din mediul intern, dotate cu mobilitate şi având rol în apărarea organismului.

Metazoarele sunt *diplonte*, faza haploidă fiind redusă la gameţi. Reproducerea sexuată este obligatorie iar cea asexuată – facultativă. Gametul mascul (spermatozoidul) este o celulă flagelată, iar gametul femel (ovulul) este o celulă mare, imobilă, care conţine o anumită cantitate de vitelus (substanţe

nutritive). În urma *fecundației* rezultă o celulă diploidă – *zigotul* (celula-ou) care prin procesul de *segmentație* dă naștere unui nou individ. Dezvoltarea individului de la ou la adult se numește *ontogenie* (gr. *ontos* – ființă; *genesis* – naștere, creare). Dezvoltarea ontogenetică cuprinde două perioade: *dezvoltarea embrionară* și *dezvoltarea postembrionară.*

Principalele etape în dezvoltarea embrionară sunt: segmentarea, formarea foițelor germinative, embriogeneza și histogeneza. Desfășurarea acestei dezvoltări este dependentă de tipul de ou (ouăle se clasifică după cantitatea și repartiția vitelusului în raport cu protoplasma formatoare). Rezultatul segmentării zigotului este un agregat de celule numit *morulă.* Din morulă se formează *blastula* prin dispunerea celulelor la periferie într-un singur strat și delimitarea la interior a unei cavități pline cu lichid. Blastula formează pe diferite căi (invaginație, proliferare, imigrare, delaminare) *gastrula* care prezintă la început două foițe embrionare – *ectoblastul* și *endoblastul* – și o cavitate internă endodermică (*arhenteron* sau intestinul primitiv) care comunică cu exteriorul printr-un orificiu (*blastopor*). Unele metazoare, cele primitive, au corpul format numai pe seama ectodermului și endodermului; acestea se numesc *diploblastice* (gr. *diploos* – dublu, îndoit; *blastos* – mugure, germen). Cele mai multe metazoare formează, între ectoblast și endoblast, o a treia foiță embrionară – *mezoblastul* (*mezodermul*); acestea se numesc *triploblastice.*

Procesul prin care sunt constituite țesuturile și organele se numește *organogeneză.* Aceste procese durează până la maturitatea individului.

Din *ectoblast* derivă elementele sistemului nervos, ale organelor de simț, părți ale aparatului digestiv, uneori și fibre musculare. Ceea ce rămâne, constituie învelișul corpului – ectodermul – care poate produce diferite formațiuni.

Endoblastul, după ce a dat naștere la mezoblast, este numit *endoderm.* El formează epiteliul intestinului mijlociu și glandele digestive.

Din *mezoblast* derivă epiteliul celomic sau peritoneal, cea mai mare parte a musculaturii corpului, organele de excreție, de reproducere și alte organe. Dintr-o formă incipientă de țesut embrionar mezoblastic – țesutul *cordo-mezoblastic* – derivă la cordate *notocordul*, care reprezintă scheletul axial premergător ontogenetic și filogenetic coloanei vertebrale.

Mezenchimul este un țesut embrionar constituit din celule împrăștiate, cu spații mari între ele. El se formează din ectoblast la metazoarele diploblastice, și din proliferări ale mezoblastului și ectoblastului la matazoarele triploblastice.

La triploblastice mezenchimul dă naștere țesuturilor de susținere (conjunctiv, cartilaginos, osos), la cromatofori, vase și globule de sânge, musculatura organelor vegetative etc.

La metazoarele triploblastice inferioare, mezenchimul ocupă spațiul dintre ectoblast și endoblast numit *cavitate primară* a corpului. Organismele care prezintă cavitate primară plină cu mezenchim (= parenchim), fără diferențierea unor cavități mezodermice substituente, se numesc *acelomate*. Dintre acestea fac parte încrengăturile: Plathelminthes, Gnathostomulida, Nemathelminthes și Nemertini.

La triploblasticele mai evoluate, cavitatea corpului este formată din cavități perechi, cu pereți proprii (saci celomici) care substituie cavitatea primară a corpului; totalitatea acestor cavități constituie *celomul* sau *cavitatea generală secundară* a corpului. Animalele celomate sunt *metamerizate* (*segmentate*) datorită modului de organizare în saci celomici perechi dispuși în șir pe axa longitudinală a corpului. Dintre celomate fac parte încrengăturile: Mollusca, Annelida, Onychophora, Arthropoda, Echinodermata, Pogonophora, Chaetognatha, Stomochordata și grupul Chordata.

Originea metazoarelor. Metazoarele au apărut din organisme unicelulare, dar acest proces evolutiv este explicat în mod diferit în cadrul a două teorii mai importante: 1. *Teoria sincițială,* care consideră că metazoarele ar fi evoluat dintr-un ciliat multinucleat care ulterior s-a compartimentat (celularizat). 2. *Teoria colonială* – metazoarele au luat naștere dintr-un flagelat colonial prin creșterea specializării și inderdependenței celulare.

1. *Teoria sincițială*, a originii metazoarelor din ciliate, a fost susținută de Hadži (1953) și Hanson (1977). Această teorie susține că primele metazoare erau cu structură sincițială la început dar, mai târziu, s-au celularizat prin formarea de membrane celulare. Deoarece multe ciliate tind să prezinte simetrie bilaterală, adepții acestei teorii susțin că metazoarele ancestrale aveau simetrie bilaterală. Simetria bilaterală devine simetria primitivă a metazoarelor iar simetria radiară a cnidarilor trebuie considerată secundară. Acestei teorii i se pot aduce însă obiecții serioase. Nimic comparabil cu celularizarea nu apare în ontogenia vreunui grup de ciliate. Un eventual strămoș ciliat al metazoarelor nu poate explica apariția spermatozoizilor flagelați la metazoare. Mai mult, teoria sugerează că platelminții, care sunt triploblastici, ar fi fost primele metazoare, fapt total inacceptabil deoarece starea diploblastică este primară în ontogeneză și, fără îndoială, și în filogeneză.

2. *Teoria colonială*, în care se susține că metazoarele au derivat dintr-un flagelat colonial, este clasică, fiind acceptată de marea majoritate a autorilor. Această teorie a fost concepută prima dată de Haeckel (1874), modificată mai târziu de Mecinikov (1887) și revizuită de Hyman (1940). Teoria colonială susține că flagelatele sunt strămoșii metazoarelor și se bazează pe următoarele dovezi:

- la toate metazoarele apar spermatozoizi flagelați;
- celule flagelate se găsesc, de regulă, în corpul metazoarelor inferioare, în particular la spongieri și cnidari;
- celule sexuale flagelate există și la fitoflagelate.

Fitoflagelatele prezintă o tendință de organizare colonială care ar fi putut conduce la apariția unui agregat pluricelular. O diferențiere între celulele somatice (vegetative) și cele reproducătoare se constată la flagelatul colonial actual *Volvox*.

Teoria colonială susține că la originea metazoarelor ancestrale ar sta un flagelat colonial de forma unei sfere goale la interior, cu celulele dispuse pe un singur rând. Ca și la *Volvox*, celulele de pe suprafața exterioară erau flagelate. Colonia prezenta o axă antero-posterioară și înota cu polul anterior înainte; de asemenea, exista o diferențiere a celulelor somatice și reproducătoare. Acest stadiu a fost numit, în teoria inițială a lui Haeckel, *blastea* iar blastula goală la interior (celoblastula) s-a considerat că reprezintă recapitularea acestui stadiu în embriogeneza metazoarelor actuale. După Haeckel, blastea invaginează și produce un organism saciform cu pereți dubli – *gastrea*, asemenea gastrulei (celogastrulei) din embriogeneza metazoarelor actuale. Pe lângă dovezile embriologice Haeckel evidențiază strânsa asemănare structurală între gastrea și unele metazoare inferioare, precum hidrozoarele; aceste organisme au corpul saciform și prevăzut cu o singură deschidere ce conduce într-o cavitate digestivă saciformă. Aceast model explicativ reprezintă așa numita *teorie a gastreei* a lui Haeckel.

Gastrea lui Haeckel a fost modificată mai târziu de Mecinikov, care arată că tocmai la metazoarele inferioare – spongieri și cnidari – larva caracteristică nu este o celogastrulă, ci o *parenchimulă* iar modul primitiv de gastrulație este cel prin *proliferare*, în care celulele blastulei proliferează în blastocel, rezultând o gastrulă plină numită *parenchimulă*. Invaginarea este, se pare, un proces secundar. După Mecinikov, strămoșii coloniali monodermici ai metazoarelor au evoluat în sensul că unii dintre indivizii coloniei s-au specializat mai mult la funcția de nutriție fagocitară iar alții mai mult la funcția de mișcare. Indivizii cu rol nutritiv s-au retras treptat de la suprafață spre interior iar indivizii cu rol locomotor au rămas la exterior. Organismul didermic primitiv a fost numit de Mecinikov *parenchimelă*, din cauza asemănării lui cu parenchimula, sau *fagocitelă*, din cauza proprietății lui de a fagocita. Aceasta este *teoria parenchimelei* elaborată de Mecinikov.

În concordanță cu revizia lui Mecinikov, autorii moderni ai teoriei coloniale explică evoluția metazoarelor pornind de la blastea lui Haeckel. Prin migrarea celulelor de la suprafața blasteei spre interior, sfera, goală inițial, se transformă într-un organism având o structură solidă. Corpul unui asemenea

metazoar ancestral ipotetic se crede că ar fi avut o formă ovoidă şi simetrie radiară. Celulele de la exterior erau flagelate şi jucau rol locomotor. Masa solidă de celule din interior deservea funcţia de nutriţie şi cea de reproducere. Nu exista gură iar hrana putea fi înglobată prin orice loc de pe suprafaţa exterioară a corpului şi trecută la interior. Deoarece acest organism ipotetic este foarte asemănător cu larva planulă a cnidarilor, el a fost numit *strămoş planuloid.*

Metazoarele se crede că au evoluat dintr-un strămoş planuloid, liber înotător, cu *simetrie radiară.* În baza acestei teorii, simetria primar radiară a cnidarilor poate fi derivată din cea a strămoşului planuloid. Simetria bilaterală a platelminţilor ar reprezenta o modificare ulterioară a simetriei.

Flagelatele care îndeplinesc cel mai bine calificativele strămoşilor metazoarelor sunt fitoflagelatele volvocide de apă dulce. Aceste organisme cu trăsături de plantă prezintă pereţi celulozici, clorofilă şi nutriţie autotrofă. Dacă fitoflagelatele au dat naştere metazoarelor, atunci trebuie presupus că, în evoluţie, caracterele de plantă s-au pierdut.

O altă ipoteză susţine că metazoarele au apărut dintr-un anumit grup dispărut de zooflagelate cu organizare colonială, asemănător fitoflagelatelor volvocide. Platelminţii sunt animalele cu simetrie bilaterală cele mai primitive. Ei au apărut ca adaptare la târâre pe fundul apei, când s-a diferenţiat o faţă dorsală şi una ventrală pe care s-a diferenţiat gura.

A. A. Zahvatkin consideră fenomenul de *palintomie* ca fiind foarte important în lămurirea modului de trecere de la stadiul unicelular la stadiul pluricelular. În diviziunea binară obişnuită, *monotomică*, indivizii sau celulele care au luat naştere prin diviziune cresc până îşi dublează volumul şi apoi se divid din nou. În *palintomie*, creşterea este hipertrofică (depăşeşte cu mult dublarea volumului iniţial). În schimb, atunci când se declanşează diviziunea, aceasta se repetă de mai multe ori, fără repaus, şi deci fără a da timp indivizilor rezultaţi să mai crească. Astfel, iau naştere în mod rapid 2, 4, 8, 16 etc. indivizi sau celule din ce în ce mai mici, până ce se ajunge la dimensiunea de la care a pornit faza de creştere. Acest mod de diviziune, întâlnit la unele protozoare sau la unele celule de metazoare, se numeşte *palintomie* (gr. *palin* – repetat; gr. *tomein* – a tăia). Uneori, indivizii rezultaţi se separă unii de alţii, alteori nu, în special la fitomonadine unde palintomia este tipică şi reprezintă *procesul de constituire a formelor coloniale.* La baza procesului de palintomie stă o inhibiţie temporară a diviziunii datorită unor condiţii speciale din mediul extern: hrană supraabundentă, creşterea presiunii osmotice, acţiunea unor hormoni etc.

Zahvatkin atrage atenţia că nu există metazoare care să rămână pluricelulare în tot ciclul lor vital. Starea pluricelulară a metazoarelor succede întotdeauna în ontogeneză stării unicelulare care este oul. Oul este o celulă

hipertrofică şi segmentarea sa, după fecundaţie sau nu, este o diviziune palintomică.

Din cele arătate mai sus rezultă că *unica posibilitate de formare a metazoarelor cu reproducere sexuată în ontogeneză este palintomia* şi, probabil, aşa s-a întâmplat şi în filogeneză.

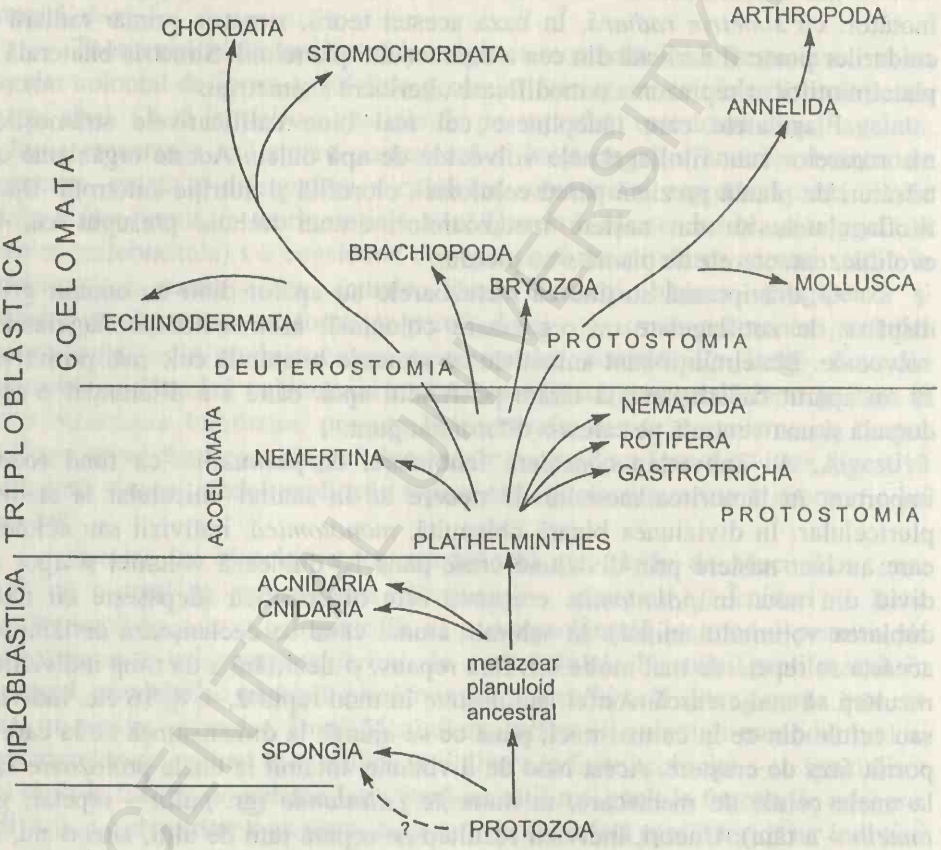


Fig. 45. Principalele unităţi sistematice, niveluri organizatorice şi direcţii evolutive în cadrul regnului animal (după R. D. Barnes, 1980, modificat).

Clasificarea metazoarelor. Subregnul Metazoa cuprinde două diviziuni: Diploblastica şi Triploblastica (Fig. 45).

Diviziunea Diploblastica cuprinde metazoare inferioare, cu simetrie primitiv radiară, care au peretele corpului format din două foiţe celulare – *ectodermul* şi *endodermul* – separate de o pătură de substanţă anhistă numită

mezoglee. Din această diviziune fac parte două subdiviziuni: Porifera (cu încrengătura Porifera) şi Coelenterata (cu încrengăturile Cnidaria şi Acnidaria), la care se ataşează, prin studii corelative, încrengăturile exclusiv fosile, Receptaculida şi Archaeocyatha.

Diviziunea Triploblastica cuprinde restul metazoarelor, care prezintă cea de-a treia foiţă embrionară – *mezodermul,* situat între ectoderm şi endoderm, şi simetrie bilaterală. În funcţie de natura cavităţii corpului, triploblasticele se grupează în două subdiviziuni: Acoelomata şi Coelomata.

Subdiviziunea Acoelomata cuprinde încrengăturile Plathelminthes, Gnathostomulida, Nemathelminthes şi Nemertini.

Subdiviziunea Coelomata cuprinde încrengăturile: Annelida, Mollusca, Onychophora şi Arthropoda, Bryozoa şi Brachiopoda, Echinodermata, Pogonophora, Chaetognatha, Stomochordata şi Chordata.

Metazoarele s-au separat în două mari direcţii evolutive: Protostomia (gura provine din blastopor) şi Deuterostomia (pe locul blastoporului rămâne anusul, gura fiind o neoformaţie). Din ramura Protostomia fac parte încrengăturile: Annelida, Mollusca, Onychophora şi Arthropoda (sunt citate numai cele cu reprezentanţi cunoscuţi în stare fosilă). Din ramura Deuterostomia fac parte încrengăturile: Echinodermata, Pogonophora, Chaetognatha, Stomochordata şi Chordata. Încrengăturile Bryozoa şi Brachiopoda ocupă o poziţie intermediară între protostomieni şi deuterostomieni (acestea se apropie de anelide, dintre protostomieni, prin structura nefridiilor, modul de formare a gonadelor existenţa larvei trochofore dar mezodermul se formează pe cale enterocelică şi se segmentează în trei perechi de metamere ca la deuterostomieni) (Fig. 45).

Subdiviziunea PORIFERA
Încrengătura PORIFERA (SPONGIARIA)

Cuprinde metazoare diploblastice, în general lipsite de simetrie, cu corpul moale, străbătut de numeroşi pori şi susţinut de un schelet alcătuit din *spiculi* calcaroşi sau silicioşi şi fibre de spongină (substanţă organică). Peretele corpului este format dintr-un strat ectodermic la exterior, un strat endodermic la interior, între care se găseşte mezogleea – o pătură cu aspect gelatinos.

Spongierii sunt organisme solitare sau coloniale. Forma corpului poate fi arborescentă sau de crustă. Dimensiunile lor variază de la 1 mm la 1 – 2 m. Majoritatea sunt specii marine. Corpul moale al spongierilor prezintă trei tipuri structurale: *ascon, sicon* şi *leucon* (Fig. 46).

Tipul ascon este constituit dintr-o singură cameră cu aspect saciform şi pereţi subţiri, formaţi dintr-un strat extern de celule ectodermice (*pinacocite*), o pătură de mezoglee şi un strat intern de celule endodermice prevăzute cu guleraş şi flagel numite *choanocite*; choanocitele au rol digestiv. Apa pătrunde prin porii inhalanţi în cavitatea internă (paragastrală) şi iese printr-o deschidere situată la partea superioară numită *apopil*.

Tipul sycon rezultă prin cutarea şi îngroşarea peretelui corpului unui spongier de tip ascon. Prin cutarea stratului de pinacocite se formează *canale inhalante* iar prin cutarea stratului intern, de choanocite, se formează *diverticule vibratile*.

Diverticulele vibratile sunt dispuse transversal în grosimea peretelui corpului şi corespund, structural, fiecare unei camere de tip ascon ce comunică prin intermediul apopilelor (canale exhalante) cu o cavitate axială comună exhalantă; această cavitate comună (*apochet*) se deschide la partea superioară printr-o deschidere numită *apopor*. Între canalele inhalante şi diverticulele vibratile comunicarea se face prin intermediul *porilor inhalanţi*. Apa pătrunde în interiorul canalelor inhalante prin orificii numite *ostii,* trece prin porii inhalanţi în interiorul diverticulelor vibratile unde are loc digestia (la nivelul choanocitelor) şi de aici, prin apopile, apa trece în cavitatea comună de unde este eliminată prin apopor.

Tipul leucon (*rhagon*) este cel mai complicat şi răspândit: prin ramificarea canalelor inhalante se formează *spaţii exhalante*; prin ramificarea şi fragmentarea diverticulelor vibratile rezultă *coşuleţe vibratile,* formate din celule digestive (choanocite), iar prin ramificarea canalelor exhalante se formează *spaţii exhalante*. Acestea din urmă se deschid într-o cavitate comună exhalantă (*cloaca*) care, la rândul ei, se deschide la partea superioară printr-un orificiu mare numit *oscul*. Apa cu particulele nutritive pătrunde prin spaţiile inhalante, trece în canalele inhalante spre coşuleţele vibratile şi de aici, prin canalele exhalante, trece în spaţiile exhalante şi în cavitatea comună de unde, prin oscul, iese la exteriorul corpului.

Scheletul. La majoritatea spongierilor există un schelet constituit din spiculi de natură silicioasă (opal) sau calcaroasă (calcit). Spiculii silicioşi au aspect sticlos şi prezintă un canal median vizibil. După mărime, ei sunt grupaţi în două categorii: megasclerite şi microsclerite (Fig. 47).

Megascleritele sunt spiculi de talie mare, vizibili în general cu ochiul liber, lungi de 100 - 1000 de microni şi cu diametrul de 3 - 30 microni. Megascleritele pot fi formate dintr-o singură axă (monaxone), cu modificări la un capăt (monactine) sau la ambele capete (diactine), din două axe (diaxone), trei axe (triaxone), patru axe (tetraxone) sau din mai multe axe (poliaxone) (Fig. 47-A). În această categorie intră şi *desmele* – spiculi complecşi care sunt

caracteristici Ordinului Lithistida (Fig. 48). Acestea se formează dintr-o megasclerită (monaxonă sau tetraxonă) pe care se depune silice, rezultând structuri cu diverse forme: de rădăcină, furcă, sferă spinoasă, trompetă etc. Megascleritele se grupează foarte diferit în *rețele scheletice* simple sau extrem de complicate (Fig. 49).

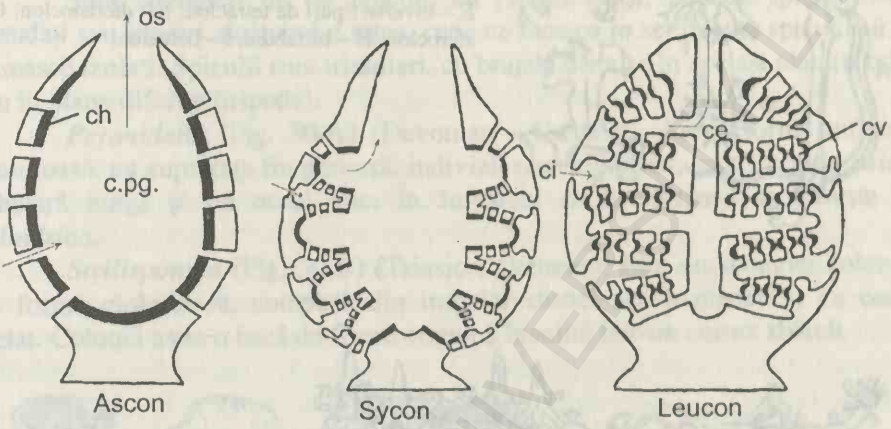


Fig. 46. Tipuri structurale la spongieri (săgețile indică sensul de circulație a apei) (din V. Barbu, 1968).

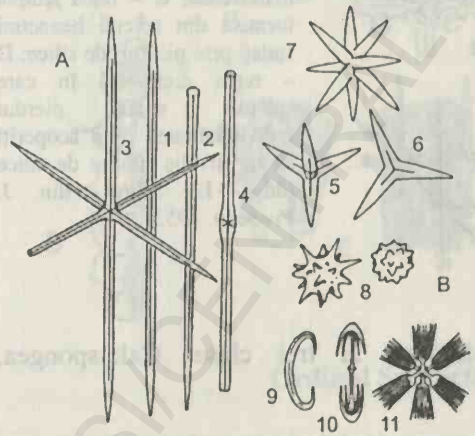


Fig. 47. Tipuri fundamentale de spiculi la spongieri. A – magasclerite: 1 – monaxon diactin; 2 – monaxon monactin; 3 – triaxon (hexactin); 4 – hexactin modificat prin reducerea brațelor laterale; 5 – tetraxon (tetractin); 6 – triaxon (triactin); 7 – poliactin; B – microsclerite: 8 – sferaster; 9 – amfiaster; 10 – hexaster; stigmat (după L. Moret, din J. Piveteau, 1953).

Microscleritele sunt spiculi mici, de 10 – 100 microni lungime și 1 micron diametru; unele au forme simple, drepte, subțiri iar altele sunt extrem de complicate (Fig. 47-B). Microscleritele nu formează niciodată rețele scheletice.

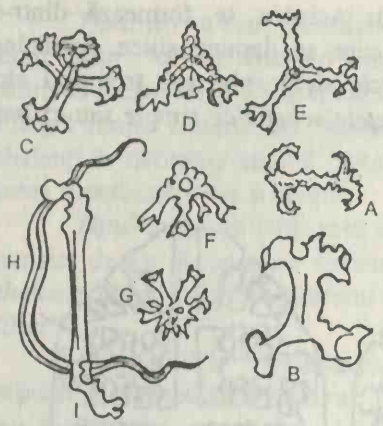


Fig. 48. Tipuri de desme (după L. Moret, din J. Piveteau, 1953); A – rizoclon; B – megaclon; C, D, E – diverse tipuri de tetraclon; F – dicranoclon; G – sferoclon; H – ofirabdid; I – heloclon.

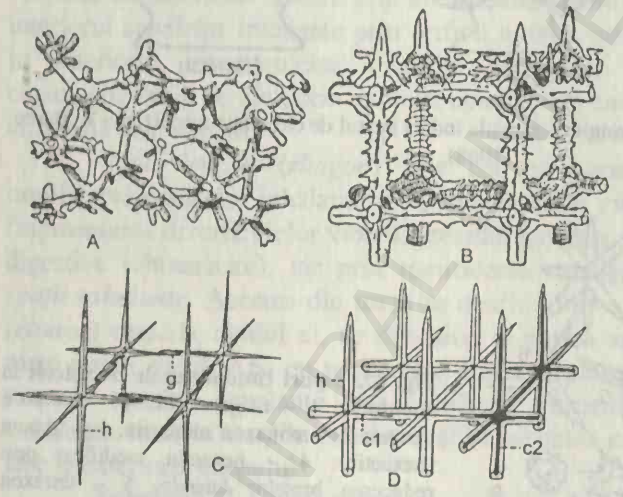


Fig. 49. Tipuri de rețele scheletice. A – *Astylospongia*; B – rețea dictională de tip lichniscosa; C – rețea simplă formată din spiculi haxactini sudați prin picături de silice; D – rețea dictională în care spiculii și-au pierdut individualitatea fiind acoperiți de un înveliș subțire de silice (după L. Moret, din J. Piveteau, 1953).

Clasificare. Spongierii se clasifică în trei clase: Calcispongea, Hyalospongea și Demospongea.

Clasa CALCISPONGEA

Cuprinde spongieri marini de tip ascon sicon sau leucon, cu spiculi (macrosclerite) de natură calcaroasă, monaxoni și triactini; microscleritele

lipsesc. Din această subclasă importanță paleontologică prezintă două ordine: Pharetronida și Thalamida (Sphinctozoa).

Ordinul Pharetronida

Sunt spongieri de tip leucon, cu pereții groși, la care spiculii sunt nesudați sau rareori alcătuind o rețea, ceea ce face ca în sedimente spiculii să se găsească izolați. Spiculii sunt triradiari, cu brațele dispuse în același plan (triode) sau în plane diferite (tripode).

Peronidella (Fig. 50-A) (Devonian - Cretacic). Are o formă tufoasă-rămuroasă, cu suprafața fin poroasă; indivizii erau cilindrici, cu o cavitate atrială tubulară lungă și un oscul mic. În Jurasicul de la Hârșova se găsește *P. cylindrica.*

Stellispongia (Fig. 50-B) (Triasic - Cretacic). Este un spongier colonial de formă globuloasă, compusă din indivizi sferici sau hemisferici, cu oscul stelat. Colonia avea o bază de fixare comună învelită într-un cortex zbârcit.

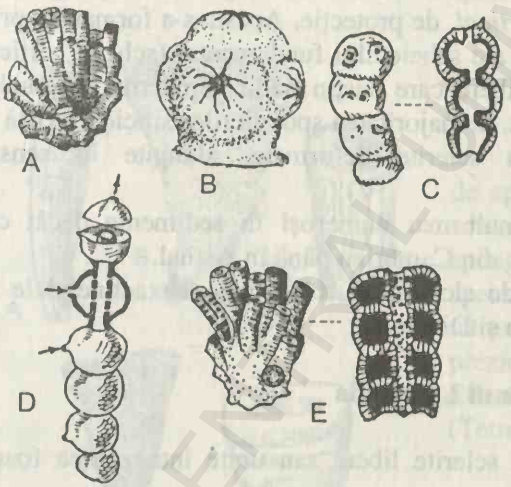


Fig. 50. Sphinctozoa. A – *Peronidella*; B – *Stellispongia glomerata*; C – *Sollasia*; D – *Amblysiphonella*; E – *Barroisia* (A și E-stânga din E. Hanganu și colab., 1983; B din V. Barbu, 1968; C și D după L. Moret, din Piveteau, 1953; E - dreapta din L. Moret, 1940).

Ordinul Sphinctozoa (Thalamida)

Cuprinde spongieri de tip sicon, cu pereți subțiri și planșee despărțitoare.

Barroisia (Fig. 50-E) (Apțian). Este o colonie tufoasă-rămuroasă formată din indivizi cilindrici cu îngustări inelare. Fiecare individ avea un tub central (cavitatea atrială) perforat, un perete extern perforat iar spațiul dintre ele era compartimentat de planșee străbătute de pori.

Această structură ar fi luat naştere (după Douvillé) din spongieri simpli de formă globuloasă care s-au înmulţit prin înmugurire lineară şi au comunicat între ei prin osculi dispuşi linear (tip *Sollasia* – Fig. 50-C). Osculii acestor indivizi s-ar fi reunit într-un tub central care a reprezentat cavitatea atrială (tip *Amblysiphonella* - Fig. 50-D) iar prin reunirea pereţilor lor a luat naştere un cilindru compartimentat de planşee perforate (tip *Barroisia* - Fig. 50-E).

Clasa HEXACTINELLIDA (HYALOSPONGEA, TRIAXONIDA)

Reprezintă un grup omogen de spongieri marini, de tip sicon (tipul principal) sau leucon. Scheletul este constituit din spiculi silicioşi cu aspect sticlos, monaxoni diactini, triaxoni hexactini şi diaxoni tetractini, ordonaţi, de regulă, în *reţele scheletice*. În ceea ce priveşte modul de asociere a scleritelor acestea îşi păstrează individualitatea la Lyssakida, fiind unite doar printr-o picătură de silice, în timp ce la Dyctyida sunt sudate şi acoperite de un strat continuu de silice. Pe lângă scheletul fundamental, majoritatea spongierilor silicioşi mai prezintă un *schelet cortical*, de protecţie. Acesta s-a format fie prin modificarea elementelor exterioare ale scheletului fundamental (schelet cortical dependent), fie din megasclerite libere care susţin pătura epidermică (schelet cortical independent). De asemenea, la majoritatea spongierilor silicioşi există şi un *schelet al pedunculului,* cu sclerite deformate, alungite în sensul pedunculului.

Spongierii silicioşi sunt mult mai numeroşi în sedimente decât cei calcaroşi. Hexactinelidele se cunosc din Cambrian până în Actual.

Clasificare. După modul de alcătuire a scheletului, hexactinelidele se pot grupa în două ordine: Lyssakida şi Dictyida.

Ordinul Lyssakida

Scheletul este alcătuit din sclerite libere sau unite într-o reţea foarte fragilă.

Dictyospongia (Fig. 51-A) (Silurian - Carbonifer). Are scheletul format prin juxtapunerea de spiculi diactini (proveniţi din modificarea spiculilor hexactini), grupaţi în fascicule dispuse regulat într-o reţea cu ochiuri pătratice, vizibilă pe suprafaţa exemplarelor fosile.

Ordinul Dictyida

Cuprinde majoritatea spongierilor silicioşi fosili. Scleritele sunt sudate într-o *reţea dictională* cu ochiuri cubice, bine păstrată (gr. *diktion* – plasă, reţea).

Subordinul Hexactinosa. Nodurile de reţea sunt simple (pline).

Tremadictyon (Fig. 51-B) (Jurasic). Are forma unei cupe, cu osculul turtit lateral şi pori inhalanţi mari dispuşi în şiruri paralele.

Laocaetis (= *Craticularia*) (Jurasic - Terţiar). Are formă de cupă, cu pereţii plisaţi regulat, osculul larg şi porii inhalanţi dispuşi în şiruri regulate (Fig. 51-C). În Jurasicul de la Hârşova se găseşte *C. paradoxa*.

Subordinul Lychniscosa. Nodurile de reţea sunt perforate.

Ventriculites (Fig. 51-D) (Lias - Cretacic superior). Are forma unei cupe fixată radiciform, cu cavitatea atrială largă şi peretele subţire, plisat longitudinal. Orificiile reţelei scheletice sunt dispuse paralel cu axa longitudinală.

Cypellia (Fig. 51-E) (Jurasic superior). Are formă de pară, cu pereţii groşi, ondulaţi transversal. La noi, a fost găsit în depozite jurasice din Dobrogea.

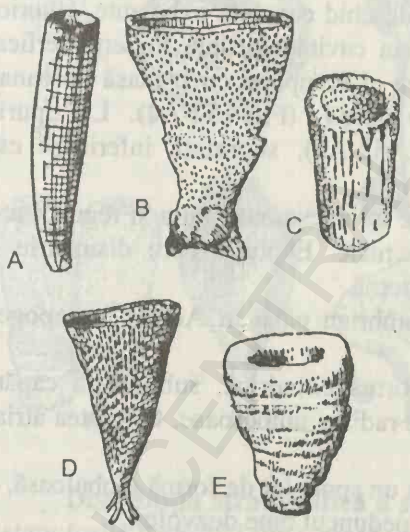


Fig. 51. Lyssakida. A – *Dictyospongia*. **Dictyida.** B – *Tremadictyon*; C – *Craticularia paradoxa*; D – *Ventriculites*; E – *Cypelia* (A, B, D, E din E. Hanganu şi colab., 1983; C din V. Barbu, 1968).

Clasa DEMOSPONGEA

Cuprinde spongieri marini sau de apă dulce de tip leucon, fără schelet sau cu schelet alcătuit din fibre de spongină, la care se adaugă, la unele specii, şi spiculi silicioşi, monaxoni sau tetraxoni. Importanţă paleontologică prezintă trei ordine: Hadromerida (Monactinellida), Choristida (Tetractinellida) şi Lithistida.

Ordinul Hadromerida (Monactinellida)

Sunt spongieri marini cu spiculi monaxoni, în general nesudaţi în reţele scheletice, rareori cu spiculii uniţi prin fibre de spongină. Monactinelidele apar rar în sedimente, mai ales sub formă de spiculi izolaţi.

Cliona (Devonian - Actual). Are aspectul unei mase neregulate milimetrice; este recunoscut atât în stare fosilă cât şi actuală după perforaţiile foarte fine făcute pe cochiliile moluştelor.

Ordinul Choristida (Tetractinellida)

Este un grup restrâns, cunoscut în stare fosilă mai mult după spiculi izolaţi, prevăzuţi cu patru braţe groase. Ca exemple, menţionăm genurile *Pachastrella* (Fig. 52-B) şi *Propachastrella*, cunoscute începând din Paleozoic, şi mai ales în Cretacic.

Ordinul Lithistida

Sunt spongierii demospongi cel mai bine reprezentaţi în stare fosilă. Scheletul este bine constituit, cu spiculii legaţi în desme solide care, prin fosilizare, dau spongierului duritatea pietrei, de unde le derivă şi denumirea („spongier de piatră"). Ei sunt forme masive, de tip sycon, cu peretele gros. Sistemul de canale este bine vizibil. La formele mai primitive, tip *Siphonia*, există o cavitate atrială tubulară în care se deschid canalele exhalante. Ulterior, prin creşterea canalelor exhalante de la baza cavităţii atriale în sens vertical, cavitatea atrială se reduce până la umplerea ei completă cu o masă de canale exhalante dispuse vertical şi paralel (tip *Jerea*) (Fig. 52-A4). La tipurile aplatizate foliaceu (tip *Verruculina*) (Fig. 52-A5), suprafaţa inferioară este inhalantă iar cea superioară exhalantă.

La lithistide se constată că scleritele îşi micşorează talia şi regularitatea pe măsură ce ne apropiem de formele actuale. Evoluţia spre disimetrie se manifestă, progresiv, şi în morfologia lor externă.

Lithistidele sunt răspândite din Cambrian până în Actual, cu apogeul dezvoltării lor în Malm şi Cretacic.

Cylindrophyma (Jurasic). Are o formă cilindrică, subţiată la capătul inferior, cu pereţi groşi, străbătuţi de canale radiare numeroase. Cavitatea atrială este tubulară (Fig. 52-E).

Melonella (Fig. 52-C) (Jurasic). Era un spongier de formă globuloasă, cu oscul circular şi pereţi groşi, fixat printr-un peduncul bine dezvoltat.

Siphonia (Fig. 52-D) (Cretacic - Terţiar). Are aspect de smochină sau de pară. Se fixa prin intermediul unor ramificaţii radiciforme ale unui peduncul mai scurt sau mai lung. În secţiune longitudinală se observă o cavitate atrială adâncă şi două feluri de canale: unele inhalante, dispuse radiar, şi altele exhalante, care sunt orientate paralel cu marginea externă a corpului.

Jerea (Fig. 52-F) (Cretacic). Spongier de formă alungită, cu cavitatea atrială redusă la o mică depresiune situată în apex unde ajung canalele exhalante grupate în fascicule paralele cu axa corpului.

Verruculina (Fig. 52-G) (Jurasic superior - Miocen). Are formă de ureche sau cupă, cu pori inhalanți pe fața inferioară și pori exhalanți verucoși pe fața superioară.

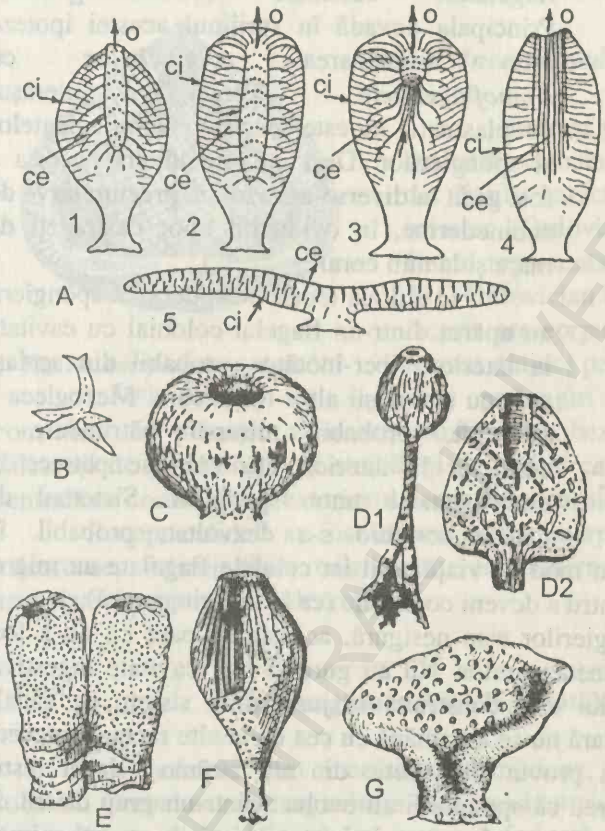


Fig. 52. Lithistida. A – dispoziția și dezvoltarea canalelor exhalante la lithistide: 1 și 2 – canalele exhalante se dezvoltă de pe marginea cavității atriale (tip *Siphonia*); 3 – canalele exhalante se dezvoltă de la baza cavității atriale care se reduce; 4 – canalele exhalante se dezvoltă verticale de la baza cavității atriale obturând cavitatea atrială (tip *Jerea*); 5 – tipul aplatizat (*Verruculina*), fără cavitate atrială; B – Spicul de *Pachastrella*; C – *Melonella*; D1-D2 – *Siphonia*; E – *Cylindrophyma*; F – *Jerea*; G – *Verruculina auriformis* (A din Moret, 1940; B și G din V. Barbu, 1968; C-F din E. Hanganu și colab., 1983); ce – canale exhalante; ci – canale inhalante; o – oscul.

Distribuția stratigrafică a spongierilor (Fig. 53). Spongierii se cunosc în stare fosilă începând din Cambrian (prin reprezentanți ai celor trei clase) și au înregistrat apogeul evolutiv în intervalul Jurasic superior - Paleogen. Din Pleistocen spongierii cunosc o nouă dezvoltare care se continuă și în Actual (în special hexactinelidele), astăzi numărând circa 5000 de specii.

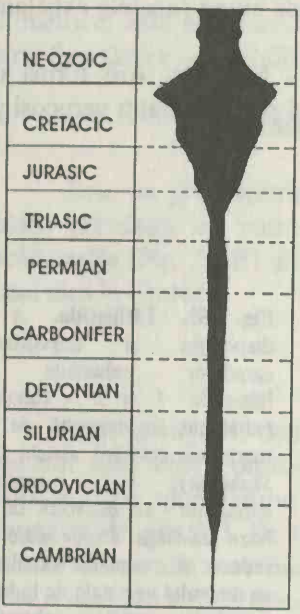


Fig. 53. Distribuţia stratigrafică a spongierilor (bazat pe House, în G. Krumbiegel şi H. Walther, 1984).

Filogenia spongierilor. Absenţa organelor şi nivelul scăzut de diferenţiere şi interdependenţă celulară la spongieri sunt considerate caractere de primitivitate. Prezenţa choanocitelor sugerează originea spongierilor în flagelatele coloniale (Choanoflagellata). Principala dovadă în sprijinul acestei ipoteze este asemănarea *coanocitelor* cu *coanoflagelatele.* Totuşi, guleraşul citoplasmatic nu este specific coanoflagelatelor şi spongierilor. Deşi nu este identic, acesta a fost găsit la diverse metazoare, precum larve de echinoderme, în oviductul unor castraveţi de mare şi la unii corali.

O a doua teorie consideră că spongierii au apărut dintr-un flagelat colonial cu cavitate la interior, liber-înotător, probabil din acelaşi stoc cu strămoşii altor metazoare. Mezogleea a provenit, probabil, dintr-o pătrundere a celulelor la interior, aşa cum se petrece în embriogeneza unor spongieri. Sistemul de canale acvifere s-a dezvoltat, probabil, în corelaţie cu adaptarea la un mod de viaţă sesil iar celulele flagelate au migrat din exterior spre interior pentru a deveni coanocite (ca în embriogeneză).

Deşi originea spongierilor este nesigură, aceasta se pare că nu a fost comună cu cea a restului metazoarelor. Nu au gură şi nici cavitate digestivă. Întreaga structură a corpului este construită în jurul unui sistem de canale acvifere. Diferenţierea celulară nu se aseamănă cu cea de la alte metazoare, ceea ce sugerează că spongierii provin filogenetic din alţi strămoşi decât restul metazoarelor. Unii autori cred că spongierii au evoluat dintr-un grup diferit de protozoare decât celelalte metazoare. La spongieri, în mod unic în regnul animal, ectodermul provine din macromere iar endodermul din micromerele embrionare, printr-un proces de *inversiune a foiţelor embrionare,* motiv pentru care spongierii mai sunt numiţi *parazoare* (Parazoa), restul metazoarelor fiind numite *eumetazoare* (Eumetazoa). Ei sunt o ramură închisă în evoluţie.

Paleoecologie. Spongierii sunt şi au fost, în marea lor majoritate, organisme marine, cu excepţia Familiei Spongillidae care cuprinde câteva forme de apă dulce. În dezvoltarea lor un rol important îl au adâncimea, natura substratului şi salinitatea. Demospongii cornoşi, lithistidele şi spongierii

calcaroşi se instalează pe substrat nisipos sau stâncos, în timp ce hexactinelidele preferă substratul mâlos. Spongierii recifali au avut dezvoltarea maximă la sfârşitul Mesozoicului.

Temperatura joacă un rol secundar, spongierii fiind răspândiţi la toate latitudinile. Spongierii pot fi utilizaţi ca fosile conducătoare şi de facies. Prin acumularea spiculilor silicioşi s-au format roci numite *spongolite*.

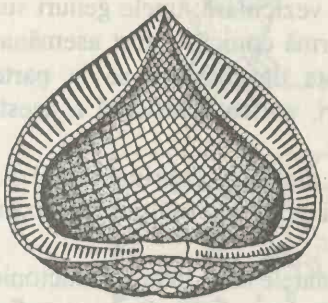


Fig. 54. *Receptaculites* (după V. Barbu, 1968)

Incertae sedis RECEPTACULIDA

În acest grup sunt incluse numeroase structuri asemănătoare spongierilor care au dat fosile caracteristice pentru Paleozoicul inferior (Ordovician - Devonian superior). Genul reprezentativ este *Receptaculites* (Fig. 54) (Ordovician mediu - Devonian superior). Acesta are corpul sferic, ovoid sau cilindric, format din doi pereţi (extern şi intern) şi fixat prin prelungiri radiciforme. Pereţii sunt constituiţi din plăcuţe calcaroase rombice sau hexagonale, legate prin spiculi calcaroşi de tip hexactin şi străbătuţi de canale care se deschid într-o cavitate centrală ce comunică cu exteriorul printr-un oscul situat la partea superioară.

Receptaculidele au fost în mod diferit interpretate, fiind considerate alge calcaroase, foraminifere, celenterate, echinoderme, dar, se pare, sunt mai apropiate de spongierii calcaroşi.

Încrengătura ARCHAEOCYATHA

Arheociatele sunt metazoare cambriene, exclusiv marine, fixate de substrat. Corpul acestor organisme este prevăzut cu un schelet calcaros în formă de cupă sau con şi fixat prin partea inferioară cu ajutorul unor prelungiri radiculare. Scheletul este format din doi pereţi perforaţi, unul *intern* şi altul *extern*, care delimitează între ei un spaţiu numit *intervallum*. În intervallum se dezvoltă pereţi verticali perforaţi dispuşi radiar numiţi *septe* (ca la *Archaeocyathus*) (Fig. 55-C1). Aceste septe (= *parieties*) pot fi conectate prin intermediul unor lame orizontale sau curbate (*disepimente*) sau printr-un fel de baghete (*sinapticule*) (Fig. 55-C3). La alte genuri (*Coscinocyathus*), între pereţii verticali sunt dezvoltaţi şi pereţi transversali perforaţi numiţi *tabule* (Fig. 55-C2). Tabulele au o structură lameleră sau veziculară.

Peretele extern la unele genuri este brăzdat de şanţuri longitudinale cărora le corespunde la interior locul de inserţie a septelor. În regiunea bazală a cupei, peretele extern formează un ţesut exotecal care secretă fie laméle exotecale, fie prelungiri radiculare pentru fixare.

Peretele intern, în general concentric cu peretele extern, poate fi uneori întrerupt în regiunea vârfului cupei (bazală). Acest perete poate avea o structură lamelară, perforat de pori circulari sau ovali, o structură fin reticulară, rezultată din fuzionarea unor baghete subţiri sau o structură veziculară; unele genuri sunt lipsite de peretele intern. Cavitatea centrală, de formă conică, a fost asemănată cu cavitatea paragastrală de la spongieri, aceasta deschizându-se la partea superioară printr-un orificiu larg. La unele genuri, partea inferioară a acestei cavităţi poate fi ocupată de ţesut veziculos.

Caliciul arheociatelor avea, în general, un diametru cuprins între 1,5 şi 60 mm şi o înălţime medie cuprinsă între 15 şi 30 mm, înălţimea maximă ajungând la 100 mm.

Studiile au arătat că în stadiul larvar arheociatele erau libere, planctonice şi lipsite de schelet, fapt care le-a permis o foarte mare răspândire geografică. Se cunosc peste 400 de specii, descoperite în America de Nord, Europa, Asia, Australia, Africa. Arheociatele au avut o mare răspândire în mările cambriene când au participat la formarea calcarelor recifale.

Archaeocyathus (Fig. 55-B) (Cambrian inferior). Avea formă conic-ascuţită sau subcilindrică, cu pereţi dubli, septe dar fără tabule. Porii sunt de diferite forme. Avea o răspândire geografică largă.

Coscinocyathus (Fig. 55-A) (Cambrian). Are scheletul conic-ascuţit cu pereţi dubli, septe şi tabule, perforat cu pori diferiţi. Se fixa prin intermediul unor formaţiuni radiculare.

Distribuţie stratigrafică. Majoritatea fosilelor de arheociate datează din Cambrianul inferior (America de Nord şi Australia) şi mediu (Eurasia). Ele au cunoscut o mare răspândire geografică (Fig. 55-D). La sfârşitul Cambrianului arheociatele erau deja dispărute. A. G. Vologdin identifică ca arheociate unele fosile din Cambrianul superior, Ordovicianul inferior şi Silurianul superior.

Filogenie. Nu există date certe despre originea şi evoluţia arheociatelor. Prin structura lor ele îmbină, la prima vedere, caractere de spongier de tipul sfinctozoarelor (pori, cavitate atrială, oscul etc.) cu caractere de coralier (pereţi radiali, tabule, disepimente, formaţiuni exotecale etc.). De aceea unii autori (Vologdin, 1937 *et al.*) au considerat archaeociatele ca fiind forme de trecere între spongiei şi coralieri. Acest punct de vedere este foarte discutabil deoarece coralii provin din grupul cnidarilor inferiori iar între spongieri şi cnidari nu s-a constatat vreo legătură filogenetică apropiată.

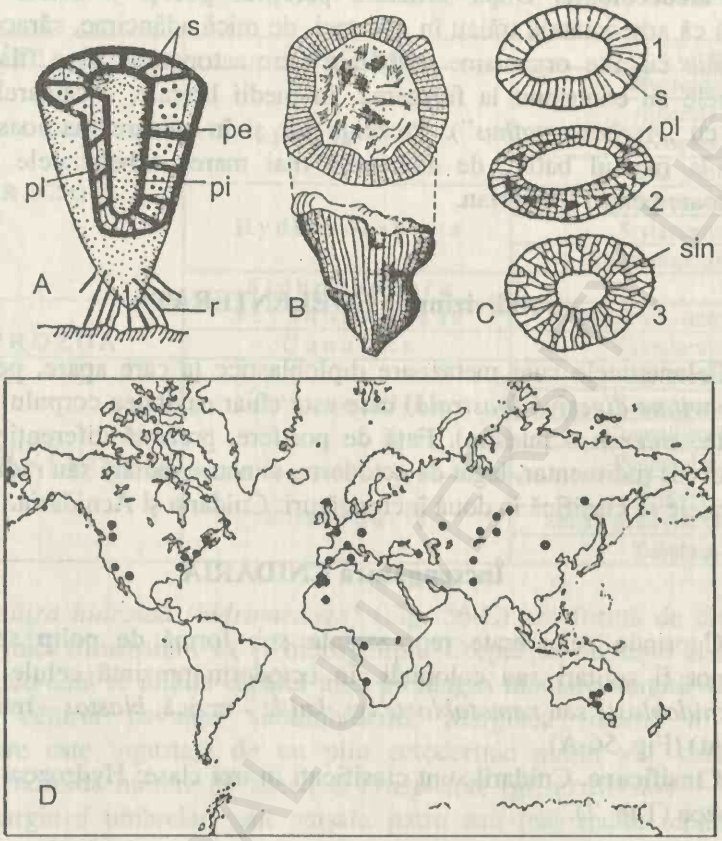


Fig. 55. Archaeocyatha. A – *Coscinocyathus*; B – *Archaeocyathus minussiensis*; C – secţiuni transversale prin archaeociatide: 1 – *Archaeocyathus*, în care se văd septele; 2 – *Coscinocyathus* (secţiune uşor oblică), în care se văd urmele în creştere ale tabulelor succesive; 3 – *Etmophyllum*, în care septele sunt reunite neregulat prin sinapticule (A şi B din V. Barbu, 1968; C din J. Piveteau, 1953; D din A. H. Müller, 1980); pe – perete extern; pi – perete intern; r – prelungiri radiculare; s – septe; sin – sinapticule.

Arheociatele reprezintă un grup distinct faţă de spongieri şi celenterate, cu care au fost cel mai adesea comparate. Ele se deosebesc de spongieri prin prezenţa celor doi pereţi calcaroşi, prin scheletul granular sau lamelar, deosebit de spiculii spongierilor, prin prezenţa septelor radiare. De celenterate se deosebesc prin prezenţa peretelui intern poros, prin septele radiare, care nu pot fi omologate cu septele de la corali, prin prezenţa tabulelor perforate. Asemănările structurale se datorează convergenţei, ca în multe alte cazuri.

Paleoecologie. După structura pereților poroşi şi foarte subțiri, se apreciază că arheociatele trăiau în ape reci, de mică adâncime, sărace în calcar. În asociație cu alte organisme coloniale (stromatoporide, alge filamentoase), arheociatele au contribuit la formarea, în medii litorale, a calcarelor recifale (calcare cu „*Archaeocyathus*"). Prezența lor şi în calcare marnoase indică o adaptare la mediul batial, de adâncime mai mare. Arheociatele sunt fosile conducătoare pentru Cambrian.

Subdiviziunea COELENTERATA

Celenteratele sunt metazoare diploblastice la care apare, pentru prima oară, o *cavitate digestivă (gastrală)* care este chiar cavitatea corpului (gr. *coelos* – cavitate; *enteron* – intestin). Față de porifere, prezintă diferențiere tisulară, sistem nervos rudimentar, legat de ectoderm, simetrie radiară sau radiobilaterală. Celenteratele se clasifică în două încrengături: Cnidaria şi Acnidaria.

Încrengătura CNIDARIA

Cuprinde celenterate reprezentate sub formă de polip sau meduză. Polipii pot fi solitari sau coloniali. În ectoderm prezintă celule urzicătoare numite *cnidoblaste* sau *nematoblaste* (gr. *knide* – urzică; *blastos* – mugure; *nema* – filament) (Fig. 56-A).

Clasificare. Cnidarii sunt clasificați în trei clase: Hydrozoa, Scyphozoa şi Anthozoa (Tab. 2).

Clasa HYDROZOA

Sunt cnidari (polipi şi meduze) cu cavitatea gastrală simplă, necompartimentată. Coloniile au schelet chitinoid, mai rar calcaros.

Polipul hidroid (hidropolipul) (Fig. 56-B) este de mici dimensiuni (milimetric), saciform. La o extremitate prezintă orificiul buco-anal înconjurat de o coroană de tentacule iar la cealaltă extremitate se fixează printr-un peduncul de ramurile coloniei sau, dacă este liber, hidropolipul este prevăzut cu un disc adeziv.

Coloniile de polipi sunt fixate sau libere, înotătoare sau plutitoare. Coloniile fixate (la Hydroidea şi Hydrocorallina) sunt prevăzute cu schelet de susținere. Frecvent se întâlnește polimorfismul colonial. Polipii se înmulțesc prin înmugurire şi în mod excepțional sexuat (la hidră).

Tabelul 2. Clasificarea cnidarilor prezentați în text (Încrengătura Cnidaria)

Clasa	Subclasa	Ordinul
HYDROZOA	Hydroidea	Hydroida
		Athecata
		Thecophora
		Trachylina
	Hydrocorallina	Milleporina
		Stylasterina
		Stromatoporoidea
	Siphonophora	
SCYPHOZOA	Scyphomedusae	Lithorhizostomatida
	Conulata	Conulariida
ANTHOZOA	Octocorallia	Tubiporida
		Gorgonaria
		Coenothecalia
		Pennatularia
	Zoantharia	Rugosa
		Scleractinia (Hexacorallia)
		Tabulata

Meduza hidroidă (hidromeduza) (Fig. 56-C) are formă de clopot sau disc şi de mici dimensiuni ca şi hidropolipii. Corpul se numeşte şi umbrelă. Orificiul buco-anal se află la capătul unei prelungiri tubulare numită *manubriu*, situată în centrul cavității subumbrelare. Marginea internă a cavității subumbrelare este îngustată de un pliu ectodermic numit văl, caracteristic meduzelor hidroide numite de aceea şi *craspedote* (gr. *craspedon* – margine, tiv). Pe marginea umbrelei sunt ataşate patru sau mai multe tentacule dar întotdeauna multiplu de patru.

Cavitatea gastrală a hidromeduzei este numită şi *aparat gastro-vascular* pentru că are rol şi în digestie şi în circulație. Acesta este format dintr-o porțiune centrală, mai largă, numită stomac, de la care pornesc patru sau multiplu de patru canale radiare spre canalul circular marginal. Există un singur orificiu buco-anal care comunică cu stomacul printr-un faringe endodermic, tubular, situat la nivelul manubriului.

Meduza este forma sexuată. Ele poartă gonade şi sunt de sexe diferite. După fecundație se formează un zigot care intră în segmentare şi formează o larvă ciliată, înotătoare, numită *planulă*. Planula, la un moment dat, se fixează şi dă naştere unui polip fondator de colonie numit *oozoid* (deoarece provine dintr-un proces sexuat). Oozoidul, prin înmugurire, dă naştere celorlalți polipi ai coloniei, numiți *blastozoizi* (gr. *blastos* – mugur; *zoon* – animal). Anumiți polipi ai coloniei, numiți *blastostili*, dau naştere prin înmugurire la noi meduze. Această alternanță de generații de meduze şi polipi (generația sexuată şi

asexuată), caracteristică majorității hidrozoarelor se numește *metageneză*. Există și cazuri de dezvoltare *directă* (*hipogenetică*), când din ou rezultă direct meduza, la Trachylina. În acest caz se consideră că stadiul de polip (asexuat) a fost mult scurtat până la dispariție.

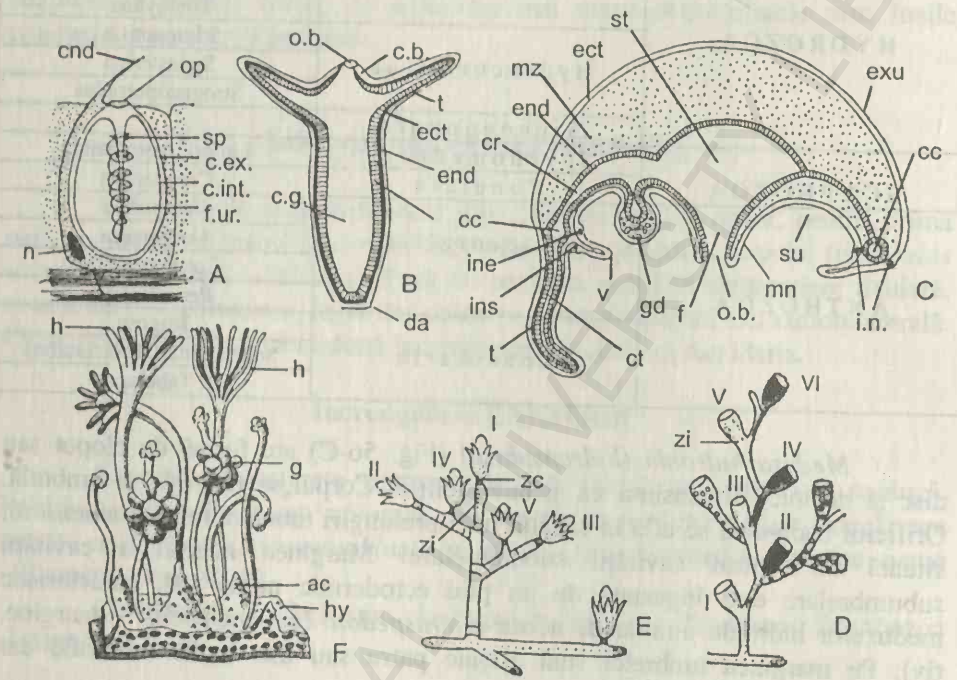


Fig. 56. Hydrozoa. A – structura cnidoblastului; B – hidropolipul în secțiune verticală; C – organizarea hidromeduzei; D – dezvoltarea simpodială a coloniei; E – dezvoltarea monopodială a coloniei; F – *Hydractinia echinata* (Actual) – alcătuirea coloniei polimorfice (A, D din Firă și Năstăsescu, 1977; F după Zittel din J. Piveteau, 1953). ac - acantozoid; c.b. – con bucal; cc – canal circular; c. ex. – capsula externă; c. int. – capsula internă; c. g. – cavitate gastrală; cnd – cnidocil; cr – canal radiar; ct – canal tentacular; da – disc adeziv; ect – ectoderm; end – endoderm; exu – exumbrela; f – faringe; g – gonofori; gd – gonadă; h – hidrant; hy – hidrofiton; i. n. – inele nervoase; ine – inel nervos exumbrelar; ins – inel nervos subumbrelar; mn – manubriu; mz – mezoglee; n – nucleu; o.b. – orificiu buco-anal; op – opercul; sp – spin; st – stomac; su – subumbrela; t – tentacul; v – văl; zc – zonă de creștere; zi – zonă de înmugurire; I-VI – ordinea formării polipilor.

Clasificare. Hidrozoarele se clasifică în trei subclase: Hydroidea (polipi solitari și colonii fixate și de meduze), Hydrocorallina (polipi coloniali cu schelet calcaros) și Siphonophora (colonii polipoide pelagice care nu se fixează niciodată de substrat, necunoscute în stare fosilă).

Subclasa Hydroidea

Cuprinde polipi solitari sau coloniali şi meduze cu văl. Polipii, ca şi meduzele, sunt de mici dimensiuni (unul sau mai mulţi milimetri). Coloniile sunt fixate, cu dezvoltare arborescentă sau în formă de pajişte. Ele rezultă din înmugurirea unui polip principal (*oozoid*) care provine din zigot. În cazul coloniilor arborescente indivizii se dezvoltă pe o tulpină ramificată mai mult sau mai puţin, numită *hidrocaul*. Coloniile arborescente pot fi ramificate simpodial (Fig. 56-D), când polipul principal are creştere limitată şi rămâne la bază, sau monopodial (Fig. 56-E), când polipul principal creşte continuu, fiind în vârful coloniei. Coloniile în formă de pajişte au polipii dezvoltaţi pe ramuri orizontale ca nişte stoloni numite *hidrorize*.

Indivizii coloniei sunt legaţi între ei funcţional prin intermediul cavităţii gastrale comune. Acest fapt a permis, în cazul unor colonii, specializarea morfo-funcţională a polipilor, adică *polimorfismul colonial*. Într-o colonie polimorfică există două categorii principale de indivizi: vegetativi şi reproducători (Fig. 56-F). *Indivizii vegetativi* sunt diferenţiaţi în: *gastrozoizi*, cu rol în captarea hranei şi digestie, *cistozoizi*, cu rol în excreţie, *dactilozoizi*, cu rol în apărarea activă (conţin numeroase baterii de nematoblaste), *acantozoizi*, cu rol în apărarea pasivă (sunt reduşi la nişte spini de periderm între care se pot retrage ceilalţi polipi). Indivizii reproducători se numesc *gonozoizi*. Ei dau naştere, prin înmugurire, la meduze.

Scheletul coloniei este de natură chitinoidă şi se numeşte *periderm* sau *perisarc*. El înveleşte ramurile coloniei (alcătuite dintr-un perete ecto-endodermic) care constituie *cenosarcul*. La Ordinul Athecata polipii nu sunt protejaţi de o teacă de periderm, în timp ce la reprezentanţii Ordinului Thecophora polipii sunt înconjuraţi de o teacă de periderm în formă de pâlnie sau de clopot.

Polipii solitari, precum hidra de apă dulce (*Hydra viridis* din Ordinul Hydroida), sunt lipsiţi de schelet dar, în schimb, sunt mobili şi capabili de reproducere sexuată.

Hidroideele trăiesc pe roci sau, uneori, incrustează coloniile de moluşte. Nu au importanţă paleontologică.

Din Ordinul Athecata menţionăm genul *Hydractinia* (Jurasic - Actual) (Fig. 56-F). Aceasta este o colonie polimorfică în formă de pajişte care se dezvoltă pe cochilii de gastropode. Polipii se dezvoltă de pe o platformă de cenosarc, străbătută de canale endodermice care pun polipii în legătură, şi acoperită de un strat subţire de periderm.

Subclasa Hydrocorallina

Cuprinde hidrozoare coloniale polipoide care secretă un schelet intern, epidermic, format din carbonat de calciu. Coloniile sunt, în general polimorfice şi au creştere incrustantă sau pe verticală. Hidrocoralinele aparţin la două ordine: Milleporina şi Stylasterina.

Ordinul Milleporina

Sunt hidrozoare coloniale care secretă un schelet calcaros, subţire. Colonia genului actual *Millepora* este alcătuită din două tipuri de indivizi retractili: gastrozoizi şi dactilozoizi.

Gastrozoizii sunt localizaţi în cavităţi relativ largi numite *gastropori*. Ei sunt scurţi, cilindrici şi prevăzuţi cu patru tentacule.

Dactilozoizii sunt situaţi în tuburi înguste numite *dactilopori*. Aceşti indivizi sunt lungi, subţiri şi prevăzuţi cu cinci până la şapte tentacule.

Gastroporii şi dactiloporii comunică pe la baza lor printr-un sistem de canale. În jurul unui gastrozoid se grupează inelar cinci până la şapte dactilopori, rezultând un *ciclosistem*.

Meduzele, mici, regresate, înmuguresc în nişte cavităţi situate la partea superioară a coloniei numite *ampule*.

Coloniile de *Millepora* (Fig. 57-A) (Cretacic superior - Actual) au o contribuţie importantă în construcţia recifelor actuale, alături de corali. Formează simbioze cu algele zooxantele.

Axopora (Fig. 57-B) (Eocen - Oligocen). Este lipsită de dactilopori. Polipii se dezvoltau în cavităţi tubulare în care secretau platforme orizontale (*tabule*). Lojile tabulate, privite în secţiune verticală prin colonie se dispun de o parte şi de alta faţă de axa masei de cenosteum a coloniei, rezultând un aspect penat.

Ordinul Stylasterina

Sunt reprezentate prin colonii arborescente cu scheletul acoperit de un strat gros de cenosarc. Polipii apărători (dactilozoizii) şi cei hrănitori (gastrozoizii) sunt localizaţi într-o cavitate comună. Genurile cele mai reprezentative sunt *Stylaster* (Fig. 58-A) (Eocen - Actual), foarte comun în mările calde actuale, şi *Allopora* (Fig. 58-B) (Oligocen - Actual).

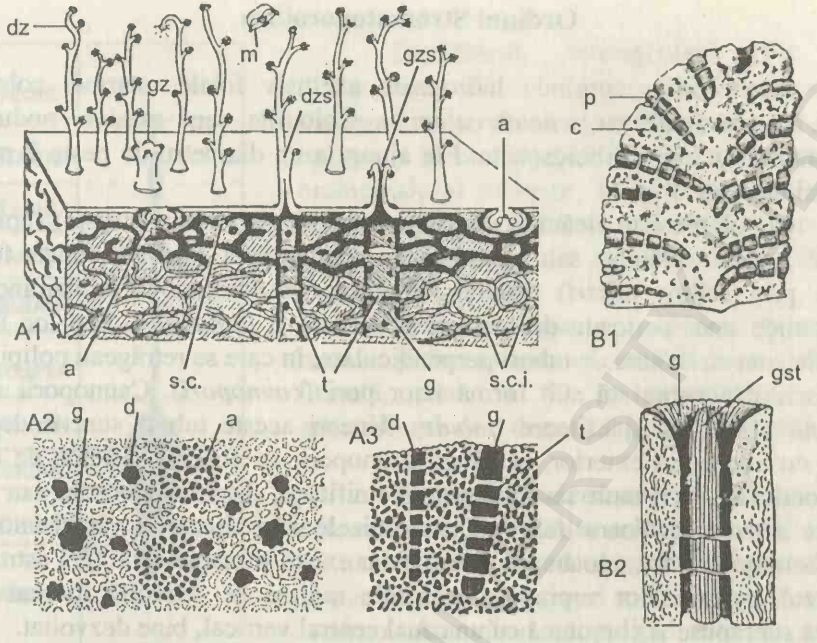


Fig. 57. Milleporina. A - *Millepora*: A1 – colonia; A2 – suprafaţa coloniei; A3 – secţiune verticală în colonie; B – *Axopora*: B1 – secţiune transversală prin polipier; B2 – secţiune longitudinală (A1 după Boschma din R. C. Moore, 1963, în E. Hanganu şi colab., 1983; A2, A3, B2 din E. Hanganu şi colab., 1983; B1 după Milne-Edwards, din J. Piveteau, 1953); a – ampulă conţinând meduza; c – cenosteum; d – dactilopori; dz – dactilozoizi; dzs – dactilozooid secţionat vertical; g – gastropor; gz – gastrozoid; gsz – gastrozoid secţionat vertical; gst – gastrostil; m – meduză; p – lojile tabulate ale polipilor; s. c. – sistemul de canale la suprafaţă; s. c. i. – sistemul de canale din stratul interior (degenerat); t – tabule.

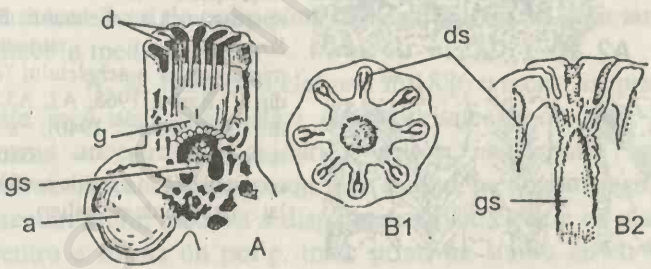


Fig. 58. Stylasterina. A – *Stylaster*; B – *Allopora*: B1 – suprafaţa cu ciclosistem; B2 – secţiune longitudinală (după E. Hanganu şi colab, 1983); a – ampulă; d – dactilopor; ds – dactilostil; g – gastropor; gs – gastrostil

Ordinul Stromatoporoidea

Acest ordin cuprinde hidrozoare exclusiv fosile, marine, coloniale, fixate, şi prevăzute cu *schelet calcaros*. Coloniile sunt masive, noduloase, încrustante sau chiar arborescente. Ele ajung la un diametru de peste 2 m şi la înălţimi de peste 1 m.

O colonie este alcătuită dintr-o succesiune de straturi (cruste) suprapuse numite *lamine*, ondulate sau concentrice. Acestea sunt susţinute, unele faţă de altele, prin stâlpi (*pilieri*) dispuşi neregulat. Un ansamblu de lamine care corespunde unei perioade de creştere constituie o *latilamină*. Din loc în loc, crustele sunt străbătute de tuburi perpendiculare, în care se retrăgeau polipii, care se deschid la suprafaţă sub forma unor pori (*caunopori*). Caunoporii adânci prezintă planşee despărţitoare (*tabule*). Uneori aceste tuburi sunt în legătură unele cu altele. La exterior, pe lângă caunopori, se observă sisteme de canale fine, ondulate, mai mult sau mai puţin ramificate, dispuse dendroid sau stelat, numite *astrorhize*. Foarte frecvent, astrorhizele sunt situate în vârful unor mici protuberanţe sau mameloane (*monticuli*) dar există şi mameloane fără astrorhize. În cazul astrorhizelor suprapuse, canalele radiare se dezvoltă în mai multe lamine suprapuse şi comunică cu un canal central vertical, bine dezvoltat.

Stromatopora (Fig. 59-B) (Ordovician - Permian). Este reprezentată prin colonii masive de lamine şi pilieri de grosimi apropiate. Pe suprafaţa crustei apar orificii de forme diferite: unele stelate (astrorhize), altele circulare şi mici, corespunzătoare polipilor. Laminele sunt atrofiate iar astrorhizele sunt nesuprapuse. A cunoscut o largă răspândire.

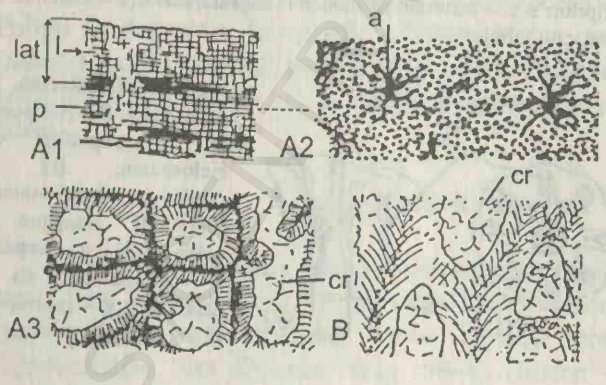


Fig. 59. Stromatoporoidea. A – *Actinostromaria*: A1 - secţiune verticală; A2 – secţiune tangenţială; A3 – structura microscopică a scheletului; B – *Stromatopora* - structura microscopică a scheletului (A1 din V. Barbu, 1968; A2, A3, B din L. Moret, 1940); a – astrorhize; cr – calcită recristalizată în spaţiile laminei; lat – latilamină; p – pilieri.

Actinostromaria (Fig. 59-A) (Jurasic – Cretacic). Este lipsită de caunopori; prezintă lamine evidente, pilieri dezvoltaţi şi astrorhize suprapuse. A fost menţionată în Europa, Africa şi America de Nord.

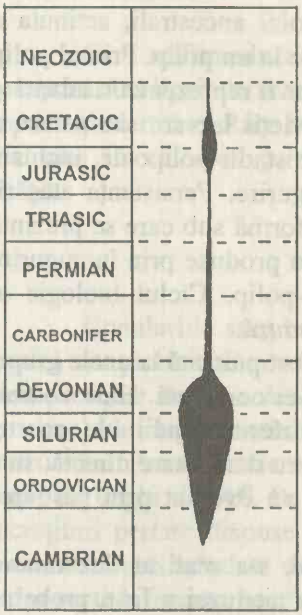


Fig. 60. Distribuția geocronologică a stromatoporoideelor (după L. Davitașvili, 1956).

Distribuție stratigrafică (Fig. 60). Stromatoporoideele au apărut în Ordovician. În Paleozoic, mai ales în Devonian, au avut un rol important în construcțiile recifale alături de alge, brahiopode și moluște. În Mesozoic cunosc un nou apogeu în intervalul Jurasic superior – Cretacic, apoi pierd din importanță iar la sfârșitul Cretacicului dispar.

Paleoecologie. Stromatoporoideele masive și încrustante au trăit în zona neritică - litorală, până la 50 m adâncime, iar cele arborescente s-au dezvoltat la adâncimi mai mari.

Evoluția hidrozoarelor. Hidrozoarele, cele mai primitive dintre cnidari, au evoluat într-un mod unic în regnul animal, fiind reprezentate în natură prin două tipuri morfologice: *polipul* și *meduza*. Am văzut că polipul este, în general, asexuat, iar meduza este sexuată, și că alternanța de polipi și meduze pe parcursul dezvoltării ontogenetice constituie *metageneza*. Se pune însă întrebarea: care a fost mai întâi, polipul sau meduza? Și de ce a trebuit ca primii cnidari să evolueze spre aceste două forme de existență a unei specii?

Dacă în evoluția cnidarilor stadiul de polip a fost primar iar stadiul de meduză este derivat, secundar, atunci modul de dezvoltare metagenetic este primar. În acest caz, dezvoltarea directă (hipogenetică) se poate explica prin scurtarea fazei de polip până la dispariție, astfel încât larva planulă se transformă direct în meduză.

W. K. Brooks a elaborat în 1886 o teorie asupra evoluției cnidarilor care este încă acceptată astăzi de majoritatea zoologilor. Conform acestei teorii, forma ancestrală a cnidarilor a fost *meduzoidă*. În timp, tendința printre hidrozoare a fost de a suprima stadiul meduzoid, astfel încât la unele forme, precum hidra, meduza a dispărut complet. Se știe că planula, înainte de a se fixa pentru a forma un polip, trece printr-un stadiu larvar numit *actinulă* care este asemănătoare unei meduze dar și unui polip și care poate duce viață liberă pelagică, înotând. Polipul ar reprezenta o stare conservatoare în evoluție, dezvoltată dintr-o larvă actinulă. Etapele de evoluție s-ar fi desfășurat astfel: Cnidarienii ancestrali erau meduzoizi iar dezvoltarea lor se făcea printr-o larvă

planctonică – planula – şi mai târziu o larvă actinulă. Actinula se dezvolta într-o meduză adult. La unele grupe de cnidarieni meduzoizi ancestrali, actinula a trecut la o existenţă bentonică, fixată, care a dat naştere la un polip. Primul polip a fost aşadar actinula fixată. Acest mod de viaţă fixat ar fi reprezentat o adaptare la exploatarea de noi surse de hrană, la prelungirea vieţii larvare sau pentru a uşura reproducerea asexuată prin înmugurire. Primele stadii polipoide, inclusiv actinula fixată, se reproduceau, probabil, prin înmugurire. Persistenţa ataşării mugurilor a condus la formarea coloniilor polipoide, formă sub care se prezintă majoritatea hidrozoarelor actuale. Hidromeduzele erau produse prin înmugurire pe polip şi mai puţin prin transformarea actinulei-polip. Ciclul biologic al acestor specii ar fi fost: *meduză – planulă – polip – meduză.*

Meduza, care în mod primitiv a fost liberă, a fost păstrată la unele grupe, dar la altele a fost eliminată treptat până la dispariţia ei completă. Hidrozoarele actuale prezintă cicluri biologice care înfăţişază diferite stadii ale acestei secvenţe evolutive. În acest caz, meduzele trachiline, cu dezvoltare directă, sunt cele mai primitive hidromeduze. Coloniile hidroide au evoluat prin păstrarea stadiului de polipi înmuguriţi.

În corelaţie cu evoluţia organizării coloniale, s-a realizat dezvoltarea *scheletului* şi a *polimorfismului colonial.* Suprimarea meduzei a fost, probabil, un eveniment care s-a repetat de numeroase ori, independent şi în diferite grade, la hidrozoare.

Clasa SCYPHOZOA

Cuprinde cnidari pelagici la care forma de meduză este dominantă. Scifozoarele au cavitatea gastrală compartimentată prin patru septe endodermice (sarcosepte) în patru buzunare gastrale.

Scifopolipul are formă de cupă (gr. *skyphos* - cupă), este solitar şi mai mare decât hidropolipul; el apare în marea majoritate a cazurilor numai în timpul dezvoltării ontogenetice (Fig. 61-A).

Scifomeduza este mult mai mare decât hidromeduza (are zeci de centimetri diametru până la 2 m) şi este lipsită de văl (*acraspedotă*). Aparatul gastro-vascular este mai complicat decât cel al hidromeduzelor.

Scifozoarele au lăsat puţine resturi fosile. Ele au fost clasificate în două subclase: Scyphomedusae şi Conulata.

Subclasa Scyphomedusae

Sunt scifomeduze cu corpul moale, în formă de clopot, cu constituție gelatinoasă și lipsit de schelet. Cavitatea gastrală este compartimentată prin patru septe endodermice. Rare impresiuni au fost găsite din Cambrian (*Brooksella*) dar mai ales din calcarele jurasic-superioare de la Solnhofen (*Rhizostomites* – Fig. 61-E).

Subclasa Conulata

Conulariile sunt organisme exclusiv fosile, marine, tetramere, de formă conică sau piramidală, cu mărimi de 6 – 10 cm, excepțional 22 cm înălțime. Ele sunt protejate de un *schelet extern* (periderm) chitino-fosfatic, subțire (0,5 mm grosime), de origine ectodermică. Scheletul este neted sau striat longitudinal ori transversal. Peretele extern are forma unei piramide pătrate, cu patru fețe dispuse după un unghi de 90°. Pe mijlocul fiecărei fețe se află o linie mediană și fine încrețituri perlate dispuse transversal (Fig. 61-D) iar la unele genuri muchiile piramidei sunt brăzdate de un șanț. În secțiune transversală, au fost observate patru septe bifurcate, asemănătoare cu cele de la scifomeduze.

Apertura este parțial sau total acoperită de patru plăci triunghiulare, acționate de mușchi la animalul viu. Este posibil ca apertura să fi fost înconjurată de tentacule.

În stadiul tânăr, conulariile se fixau prin intermediul unui disc bazal. Ulterior cel puțin o parte din conularii s-au detașat și au devenit libere.

Conulariile au avut o largă răspândire în Paleozoic; se cunosc din Cambrian (*Archaeoconularia* – Fig. 61-B) până în Triasic și au avut o largă răspândire. Genul *Conularia* (Fig. 61-C) (Cambrian superior - Permian) are importanță stratigrafică.

Distribuția stratigrafică a scifozoarelor. Scifozoarele se cunosc în stare fosilă din Cambrianul inferior; au avut maximul de dezvoltare în Ordovicianul mediu după care au intrat într-un declin lent, care se continuă și astăzi.

Evoluția scifozoarelor. Considerând natura primitivă a formei meduzoide, scifozoarele sunt primitive în privința ciclului lor de viață și probabil au evoluat de timpuriu din hidrozoarele ancestrale. La unele dintre ele planula a dat naștere unui stadiu polipoid care, prin fixare, s-a definitivat ca polip adult – cazul lucernariidelor (Lucernariida).

La cele mai multe dintre scifozoare însă, larva polipoidă a format un polip tranzitoriu care, prin diviziune transversală, şi-a continuat dezvoltarea până la stadiul de meduză adultă. De aici rezultă că starea polipoidă provine dintr-un stadiu larvar în evoluţia cnidarilor.

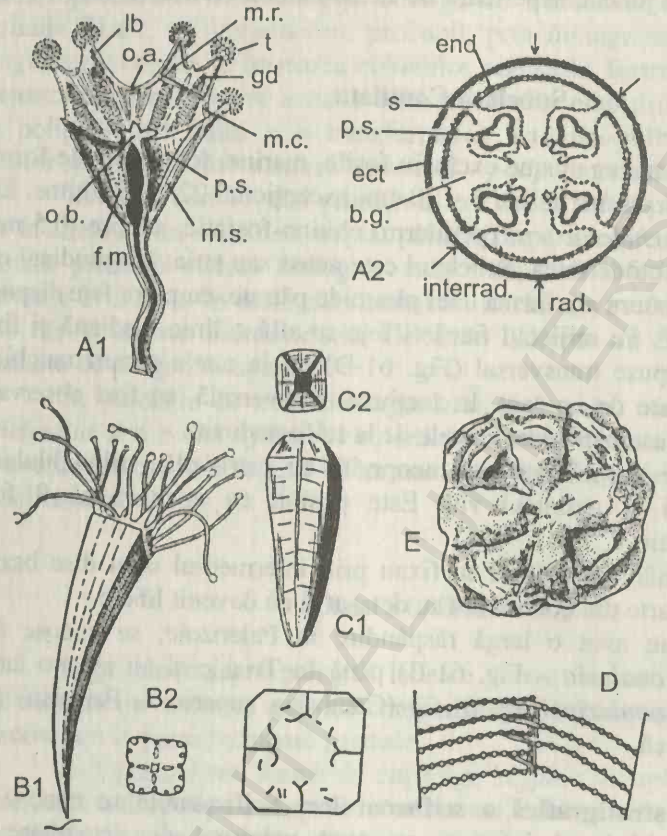


Fig. 61. Scyphozoa. A1 – scifopolipul; A2 – secţiune transversală printr-un scifopolip (*Haliclystus*); B - *Archaeoconularia fecunda.* B1 – reconstituire; B2 – secţiune transversală; C - *Conularia pyramidata*: C1 – aspect general; C2 – vedere aperturală; D – ornamentaţie perlată (*Conularia*); E – *Rhizostomites admirandus* (A1 din Firă şi Năstăsescu, 1977; A2 după R. C. Moore şi H. J. Harrington, 1963, din E. Hanganu şi colab, 1983; B-E din V. Barbu, 1968).

Clasa ANTHOZOA

Cuprinde cnidari exclusiv marini, reprezentaţi numai sub formă de polipi solitari sau coloniali (gr. *anthos* – floare; *zoon* - animal). Stadiul meduzoid este complet absent. Cavitatea gastrală este, în general, compartimentată prin septe în număr şi grad de dezvoltare foarte diferite. Scheletul calcaros este, în general, bine dezvoltat. Scheletul coloniilor, intern sau extern, este acoperit, de regulă, cu o masă vie formată din ectoderm, mezoglee şi endoderm numită *cenosarc* (lat. sav. *caenos* – comun; gr. *sarkos* – carne).

Antopolipul (Fig. 62-A, B) prezintă un disc peristomial în centrul căruia se află orificiul buco-anal. Faringele este ectodermic. Cavitatea gastrală este compartimentată prin septe mezenteriale în loji dispuse radiar. Polipul poate avea sau nu un schelet propriu. Polipii se reproduc sexuat dar este prezentă şi înmulţirea asexuată, prin înmugurire sau diviziune. Polipii solitari, lipsiţi de schelet, sunt capabili de deplasare (înoată prin contracţiile corpului) (unele actinii) în timp ce coloniile sunt fie înfipte în substrat (Pennatularia), fie fixate permanent (Gorgonaria, Madreporaria etc.).

Clasificare. Antozoarele se împart în două subclase: Octocorallia şi Zoantharia.

Subclasa Octocorallia

Octocoralii sunt reprezentaţi prin polipi coloniali cu cavitatea gastrală împărţită prin opt sarcosepte în opt loji. Polipii prezintă opt tentacule penate, goale la interior. Scheletul este calcaros (aragonit şi carbonat de magneziu), mai rar cornos. Scheletul este *intern*, fiind format în mezogleea cenosarcului (deci la interiorul peretelui corpului colonial) sub formă de elemente izolate numite *spiculi*, secretate de celule de origine ectodermică. La unele tipuri spiculii rămân sub această formă, la altele se cimentează formând un *schelet tubular* în jurul fiecărui polip (ca la Tubiporida) (Fig. 62-E) sau un *schelet axial* al coloniei, învelit în cenosarc (ca la Gorgonaria) (Fig. 62-C). Din această clasă, importanţă paleontologică are Ordinul Coenothecalia.

Ordinul Coenothecalia

Sunt colonii formate din polipi cu schelet tubular care, spre deosebire de tubiporide, prezintă *cenosarc*.

Heliopora (Fig. 62-D) (Cretacic-Actual). Este o colonie cu schelet masiv format din tuburi mari cu pereţi despărţitori transversali la interior, înconjurate de tuburi mici, toate reunite printr-un cenosarc.

Fosile sigure de octocorali se cunosc din Silurian; din Proterozoicul superior de la Ediacara (sudul Australiei) se cunosc forme asemănătoare penatularilor. Cele mai multe resturi scheletice de octocorali provin din Cretacic şi Eocen.

Distribuţie stratigrafică. În stare fosilă, octocoralii sunt slab reprezentaţi, neavând importanţă geologică sau paleontologică. Cu excepţia formelor penate din fauna de la Ediacara (Proterozoic superior), cele mai vechi forme sigure datează din Permian; cele mai multe sclerite provin din Cretacic şi Eocen.

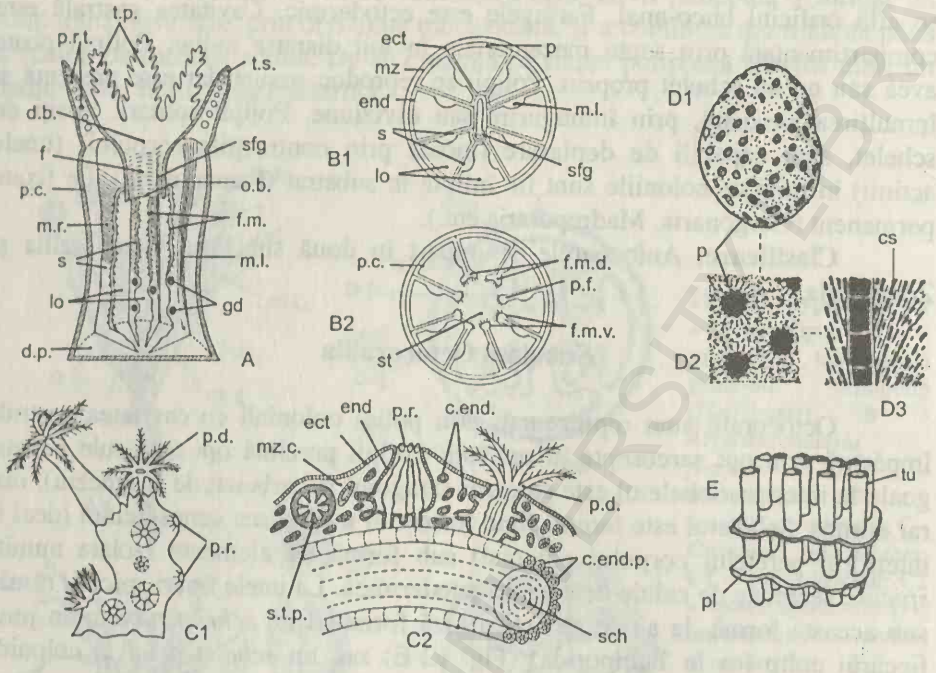


Fig. 62. Octocorallia. A – polip izolat în secțiune axială schematică; B – secțiuni transversale prin polip: B1 – la nivelul faringelui; B2 – sub faringe, în regiunea mijlocie a corpului; C – *Corallium rubrum*: C1 – fragment de colonie; C2 – secțiune printr-un fragment de colonie; D – *Heliopora*: aspect exterior (mărime naturală) (D1), suprafața (mărită) (D2) și secțiunea (mărită) (D3); E – *Tubipora musica* (Actual) – fragment de colonie (A, B și C după H. Boué și R. Chanton, 1968; D și E din L. Moret, 1940); cs – cenosarc; c. end. – canale endodermice ale cenosarcului; c. end. p. – canale endodermice principale; d. b. – disc bucal; d. p. – disc pedios; ect – ectoderm; end – endoderm; f – faringe; f. m. – filamente mezenteriale; gd – gonade; lo – loji; m. l. mușchi longitudinali; m. r. – mușchi radiari; mz. c. – mezogleea cenosarcului; o. b. – orificiul buco-anal; p – polip; p. c. – peretele corpului; p. d. – polip deschis; pl – planșeu; p. r. - polip retractat; p. r. t. – punctul de ramificare a tentaculelor; s – septe; sch – schelet axial; sfg – sifonoglif; s. t. p. – secțiune transversală printr-un polip; t. p. – tentacule penate; t. s. – secțiune printr-un tentacul; tu – tubul polipului.

Subclasa Zoantharia

Cuprinde antozoare solitare sau coloniale cu schelet calcaros sau fără schelet. De obicei, scheletul zoantharilor este de natură aragonitică (foarte rar calcitică) iar prin fosilizare el devine calcitic. Scheletul este *extern* deoarece este în contact numai cu ectodermul care îl secretă. Polipii pot avea un schelet propriu numit *caliciu*. Septele sunt dispuse în cupluri divers organizate, în

funcție de grup. Elementele scheletice ale zoantharilor sunt secretate de celule speciale numite *calicoblaste*, care se găsesc în ectoderm. În cadrul septelor, aceste celule, adunate în centri de calcifiere (Fig. 77-G), secretă radiar, în straturi concentrice, cristale de aragonit alcătuind un *sclerodermit* (10 – 500 microni diametru). Sclerodermitele se dispun în cadrul unui sclerosept în șiruri lineare radiare (în secțiune transversală); ele se grupează pe verticală linear, în coloane de aspectul unor fâșii, în secțiune radiară, numite *trabecule* (Fig. 63).

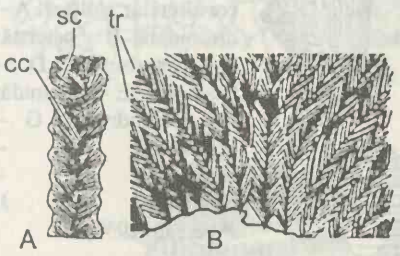


Fig. 63. Structura unui sept. A – în secțiune tangențială; B – în secțiune radiară (după J. W. Wells, în R. C. Moore, 1963); cc – centru de calcifiere; sc – sclerodermit; tr – trabeculă.

Clasificare. Subclasa Zoantharia se împarte în opt ordine, dintre care importanță paleontologică mai mare prezintă ordinele Rugosa, Scleractinia și Tabulata.

Ordinul Rugosa (Tetracorallia)

Se numesc *corali rugoși* deoarece prezintă un perete gros cu epitecă rugoasă iar numele de *tetracorali* se referă la faptul că la polipii adulți septele (scleroseptele) se dispun aparent în patru câmpuri după un plan al simetriei bilaterale. Sunt corali solitari (majoritatea) sau coloniali, lipsiți de cenosarc.

Scheletul, de natură calcaroasă, este secretat de toată suprafața ectodermului.

Forma scheletului. Scheletul polipilor solitari, numit *polipierit* sau *coralit*, are, în general, forma unui con cu vârful în jos, drept sau curbat. După mărimea unghiului apical al conului, se deosebesc mai multe tipuri de coralite: pateloid (120^0), turbinat (70^0), trochoid (40^0) și ceratoid (20^0). Coralitele solitare pot avea și alte forme: discoidale, cilindrice (drepte sau curbate), scolecoide (la care direcția de creștere se schimbă), calceolide (în formă de vârf de papuc), piramidale (acestea fiind drepte sau curbate) (Fig. 64).

Coloniile, numite *polipier* sau *corallum,* pot fi *fasciculate* (când coralitele nu vin în contact prin pereții lor) și *masive* (când coralitele sunt strâns unite, suprafața coloniei având un aspect poligonal). La rândul lor, coloniile fasciculate pot fi de mai multe feluri: *dendroide* (ramificate neregulat) sau *faceloide* (coralitele, dispuse mai mult sau mai puțin paralel, sunt unite prin procese conective – expansiuni ale epitecii) (Fig. 65).

Coloniile masive, după modul în care coralitele vin în contact, pot fi de următoarele tipuri (Fig. 66):

- *cerioide* – când coralitele, prismatice, îşi păstrează pereţii proprii şi nu există cenosarc intercalar;

- *plocoide* – când coralitele, lipsite de epitecă, sunt unite prin propriile septe sau prin disepimente;

- *afroide* – când coralitele vecine sunt unite numai prin disepimente.

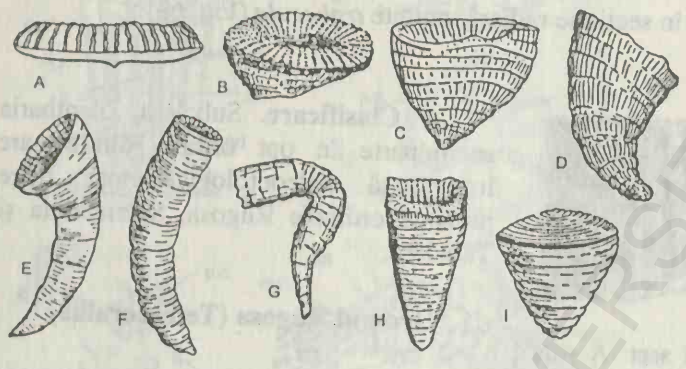


Fig. 64. Rugosa. Forma coralierilor solitari. A – discoidală; B - patelată; C – turbinată; D – trochoidă; E – ceratoidă; F – cilindroidă; G – scolecoidă; H – calceolidă; I – piramidală (din J. Piveteau, 1953).

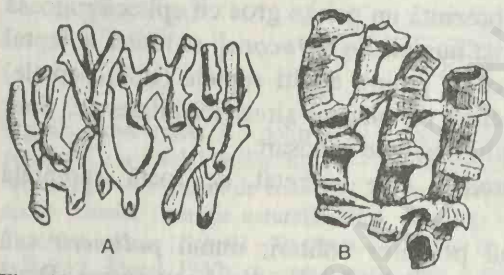


Fig. 65. Rugosa. Colonii fasciculate. A – dendroid; B – faceloid (după J. Piveteau, 1953).

Elementele scheletului. Peretele unui polipierit este constituit fie prin contactul lateral al septelor, dilatate la extremitatea lor periferică, fie prin dezvoltarea unui sclerenchim lamelar care trece de la un sept la altul. Peste acest *zid calcaros* (echivalent cu *septoteca* de la hexacorali) se formează, de la bază spre vârf, *epiteca*, pe măsură ce polipul creşte; aceasta se poate îngroşa periodic, dând naştere la îngroşări inelare mai mult sau mai puţin serate. Epiteca putea dezvolta uneori expansiuni laterale sau prelungiri radiculare care serveau la ancorare (Fig. 67). La coloniile faceloide, epiteca formează prelungiri tubulare care pun polipii în legătură (Fig. 65-B). Coloniile masive au o epitecă comună nimită *holotecă.*

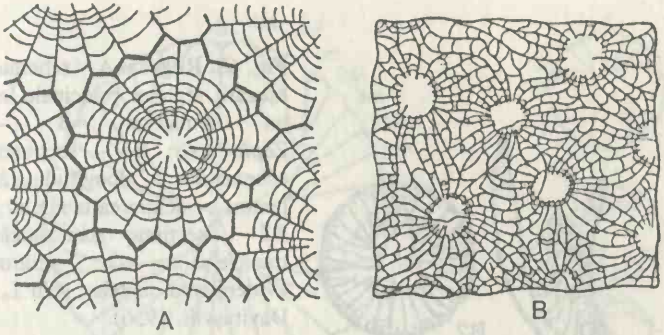


Fig. 66. Secțiune transversală printr-un polipier masiv: A – cerioid; B – plocoid (după Hill din J. Piveteau, 1953).

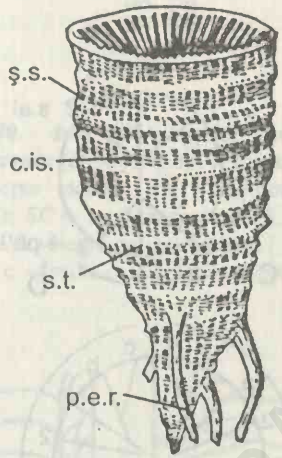


Fig. 67. Morfologia epitecii la *Ketophyllum subturbinatum* (după D. Hill, din E. Hanganu și colab., 1983).

Aparatul septal. În timpul dezvoltării, cavitatea internă a polipului este împărțită mai întâi prin șase protosepte dispuse după un plan al *simetriei bilaterale*. Protoseptele apar succesiv (Fig. 69, Fig. 71). Primul sept apărut – septul principal – este dispus în planul diametrului antero-posterior al polipierului. Într-un stadiu următor, prin stagnarea creșterii în partea mediană a caliciului, septul principal s-a separat în două părți: un sept *cardinal*, considerat ventral, și un contrasept sau sept *antipodal,* considerat dorsal. De o parte și de alta a septului cardinal au apărut două septe *alare* iar pe flancurile septului antipodal – două septe *periantipodale*. Aceste protosepte împart cavitatea polipului în șase sectoare: două ventro-laterale, două mediane și două dorsale (mai înguste).

După protosepte apar, succesiv, *metaseptele,* sprijinindu-se de septul precedent. Acestea apar în grupe de câte patru în sectoarele ventro-laterale și mediane (în sectoarele dorsale nu apar metasepte). În sectoarele ventro-laterale, metaseptele nou formate se dispun în apropierea septului cardinal iar în cele mediane apar succesiv, dinspre protoseptul antipodal spre cele alare (Fig. 68-A, Fig. 69).

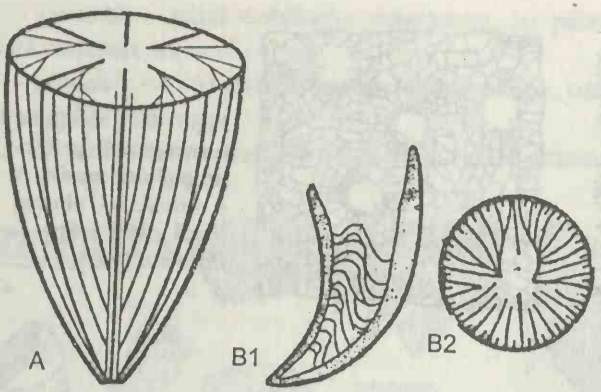


Fig. 68. Rugosa. A – schema aşezării septelor principale la un tetracoral; B – *Zaphrentris*: B1 – secţiune schematică longitudinală pentru evidenţierea tabulelor; B2 - secţiune schematică transversală pentru evidenţierea septelor (din L. Davitaşvili, 1956).

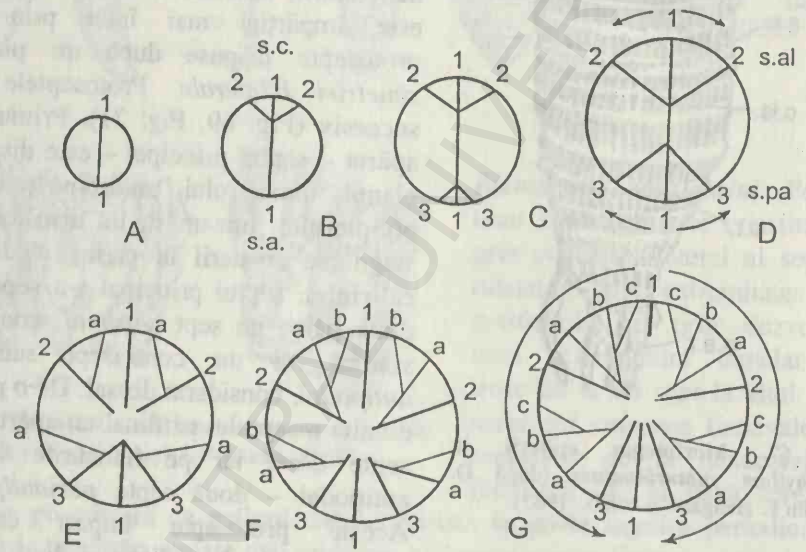


Fig. 69. Ordinea apariţiei septelor la tetracorali: A-D – ordinea apariţiei protoseptelor; E-G – ordinea apariţiei metaseptelor (după Carruthers, din J. Piveteau, 1953); s. c. – septum cardinal (ventral); s. a. – septum antipodal sau contrasept (dorsal); s. al - septe (protosepte) alare (sudate la început la septumul cardinal şi deplasate ulterior în poziţie ecuatorială); s. pa. – protosepte periantipodale (rămân sudate la septumul antipodal); 1, 2, 3 – protosepte; a, b, c – metasepte.

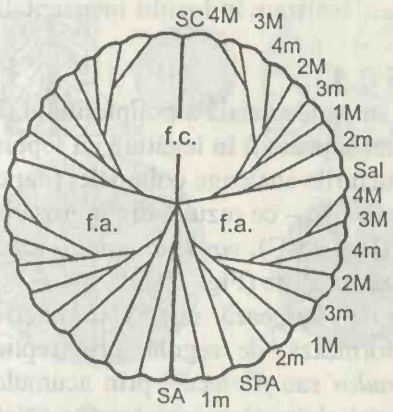


Fig. 70. Inserția septelor minore la *Cyathaxonia* (după Hill, din J. Piveteau, 1953); M – septe majore; SA - septum antipodal (ventral); SC – septum cardinal; S. al – septe alare; SPA – septe periantipodale; f. a. – fosulă alară; f. c. - fosulă cardinală; m – septe minore.

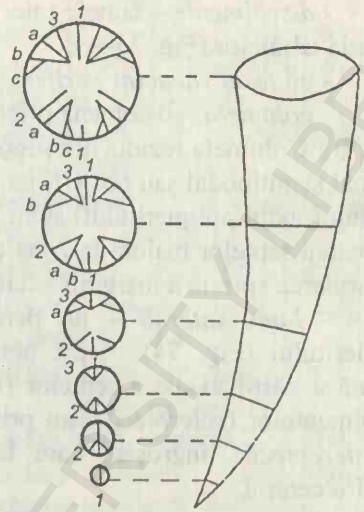


Fig. 71. Apariția septelor la tetracorali pe măsura creșterii polipieritului. 1, 2, 3 – protosepte; a, b, c – metasepte (din V. Barbu, 1968).

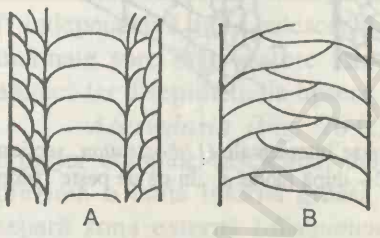


Fig. 72. Tipuri de tabule (după Easton, din J. Piveteau, 1953); A – tabule complete; B – tabule incomplete.

Protoseptele şi metaseptele sunt *septe majore*; pe lângă acestea, mai apar şi *septe minore* care sunt mai scurte decât cele majore şi nu au o apariție regulată (în funcție de gen) (Fig. 70). Septele tetracoralilor sunt neperforate.

Spațiile mai largi dintre grupele de septe se numesc *fosule*. După septumul pe care îl găzduieşte, se disting: *fosula cardinală*, două *fosule alare* şi *fosula antipodală*. Dacă septele limitrofe sunt unite, fosula este *închisă*, în caz contrar se numeşte *fosulă deschisă*.

Spațiile cu aspect cuneiform, apărute prin unirea septelor în zona axială, se numesc *loculi interseptali*.

Scheletul intern interseptal. Acesta este reprezentat de pereți orizontali numiți *tabule* (Fig. 68-B1, Fig. 72), la care se pot adăuga şi alte elemente scheletice:

- *disepimente* – lamele mici bombate, localizate în loculii interseptali, la periferia tabulelor (Fig. 73-A);

- un *țesut vacuolar periferic* (Fig. 73-B, C);

- *columela* – o coloană plină situată în partea axială a polipieritului (Fig. 75-A, B). Columela rezultă din septumul axial și poate fi în legătură cu septumul cardinal și antipodal sau poate fi izolată. Structurile analoage columelei (dar care nu ating fundul polipieritului) sunt: *stereocolumela* – ce rezultă din îngroșarea și fuzionarea septelor majore în zona centrală (Fig. 75-C); *vortexul axial* – rezultat din înrularea spirală a marginii axiale a septelor majore (Fig. 75-D).

- *lama internă* – un perete care se formează uneori în interiorul polipieritului (Fig. 74). Acest perete se formează, de regulă, prin replierea laterală a părții axiale a septelor (numită *aulos* sau *filotecă*), prin acumularea disepimentelor (*sclerotecă*) sau prin îngroșarea laterală a septelor (*pseudotecă* sau *stereotecă*), îngroșare care la *Acervularia* poate constitui un adevărat cilindru central.

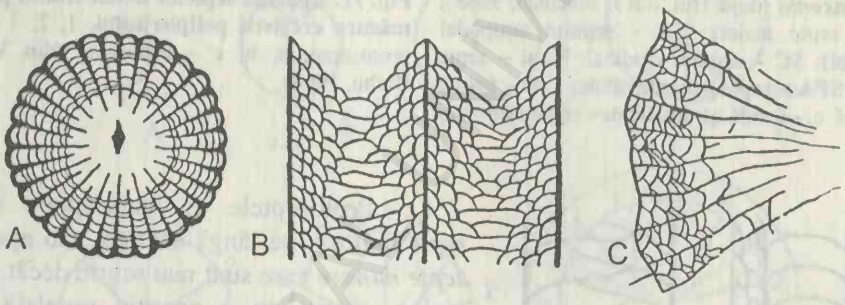


Fig. 73. Tipuri de disepimente la tetracorali. A – traverse interseptale (*Lithostrotion*, secțiune transversală); B – veziculoase (secțiune longitudinală); C – după modelul „în os de pește" (după Hill, din J. Piveteau, 1953).

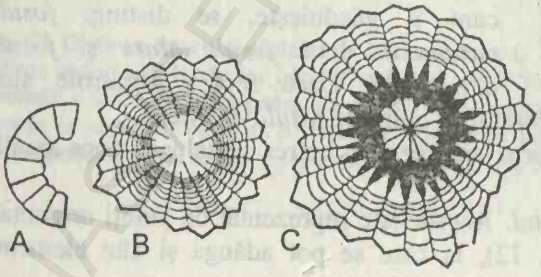


Fig. 74. Tipuri de lamă internă. A – aulos (filotecă); B – sclerotecă; C – pseudotecă (din M. Lecompte, în J. Piveteau, 1953).

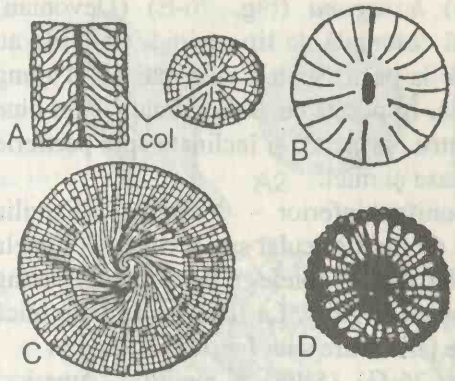


Fig. 75. Tipuri de structuri axiale la tetracorali. A – columelă (la *Lithostrotion*); B – columelă izolată; C – stereocolumelă; D – vortex axial (A după Hill, din R. C. Moore, 1963; B după Grabau; C după Sanford; D după Hill, în E. Hanganu şi colab, 1983).

Clasificare. După structura aparatului septal şi a celorlalte elemente ale scheletului, tetracoralii se împart în trei subordine principale: Streptelasmatina, Columnariina şi Cystiphylina.

Subordinul Streptelasmatina. Cuprinde polipieri simpli, rareori compuşi, cu simetrie bilaterală sau radiară. Aparatul septal cuprinde elemente lamelare care, mai devreme sau mai târziu, pot degenera.

Streptelasma (Fig. 76-A) (Ordovician mediu - Devonian mediu) (Familia Streptelasmidae). Polipier solitar în formă de corn, cu septe foarte groase. Marginile axiale ale septelor majore sunt denticulate; septele minore depăşesc o treime din mărimea septelor majore. Tabulele sunt convexe iar disepimentele lipsesc.

Cyathaxonia (Fig. 76-B) (Carbonifer inferior, Eurasia, America de Nord, Australia) (Familia Cyathaxoniidae). Este un coral solitar, de mici dimensiuni, ceratoid. Axial prezintă o columelă puternică, stiliformă, care poate fi independentă sau coalescentă la septele majore. Septele minore sunt lungi şi înclinate spre cele majore sau unite cu acestea. Tabulele sunt înclinate spre epitecă iar disepimentele lipsesc. Epiteca este dezvoltată.

Acervularia (Fig. 76-C) (Silurian) (Familia Acervulariidae). Este un polipier compus, fasciculat, dendroid sau cerioid. Caliciile sunt poligonale şi prezintă o lamă internă groasă care formează un veritabil cilindru central ce separă zona externă (*disepimentarium*) de zona internă (*tabularium*). Septele minore sunt dezvoltate până la cilindrul central, cele majore le depăşesc. Tabulele sunt fie complete şi orizontale, fie incomplete şi concave.

Zaphrentis (Fig. 76-D) (Devonian, America de Nord) (Familia Zaphrentidae). Este un coral solitar, conic sau alungit, fără epitecă. Fosula este bine marcată prin reducerea septului cardinal, fapt care indică simetria bilaterală. Restul proto- şi metaseptelor sunt lungi, atingându-se în centrul polipieritului. Spre deosebire de genurile anterioare, *Zaphrentis* prezintă puţine planşee, care sunt incomplete, şi disepimente. Disepimentele, mici şi globuloase, formează un manşon redus în jurul tabulariumului.

Hexagonaria (= *Cyathophyllum*) *hexagona* (Fig. 76-E) (Devonian) (Familia Phillipsastraeidae). Este o formă colonială de tip cerioid. Caliciile au contur hexagonal iar septele sunt îngroşate la bază. Septele cele mai lungi ajung până în centru, mascând simetria bilaterală. În partea centrală tabulele sunt bine dezvoltate. Tabulele sunt orizontale în centru (şir axial) şi înclinate spre periferie (şir periaxial). Disepimentele sunt globuloase şi mici.

Lithostrotion (Fig. 76-F) (Carbonifer inferior - ?Permian) (Familia Lithostrotionidae). Este o formă colonială de tip fasciculat sau cerioid. Columela este bine dezvoltată, stiliformă sau aplatizată. Septele majore, lungi, ating columela. Tabulele sunt numeroase şi dispuse regulat. La formele de talie mică disepimentele lipsesc, în timp ce la cele de talie mare sunt foarte numeroase.

Omphyma (Chonophyllum) (Fig. 76-G) (Silurian mediu - superior) (Familia Chonophyllidae). Este o formă solitară, cu striaţii exterioare transversale şi fixat prin prelungiri radiciforme.

Subordinul Columnariina. Cuprinde polipieri, în general, compuşi, uneori simpli, de tip cerioid sau fasciculat. Septele sunt subţiri, bine diferenţiate, dispuse după o simetrie radiară. Disepimentele sunt mari, puţin numeroase şi dezvoltate pe verticală.

Fasciphyllum (Fig. 76-H) (Devonian) (Familia Columnariidae). Este un polipier fasciculat cu polipierite înguste. Septele sunt dispuse în două cicluri, cele minore fiind în general puţin dezvoltate. Zona axială, îngustă, este închisă prin tabule. Disepimentele sunt mari şi dispuse într-un singur şir vertical la partea interioară a peretelui tecal.

Subordinul Cystiphylina. Cuprinde polipieri simpli, uneori operculaţi, sau compuşi, cu septe radiare acantine, constituite din trabecule puternice spiniforme. Tabulele sunt complete sau incomplete, până la veziculare; disepimentele prezente se pot reduce până la dispariţie.

Cystiphyllum (Fig. 76-I) (Silurian, Eurasia, Australia) (Familia Cystiphyllidae). Este un tetracoral solitar, turbinat sau cilindric, cu caliciul puţin adânc. Septele sunt reduse la creste mici. Ţesutul veziculos este atât de dezvoltat încât tot caliciul este invadat de el. Epiteca prezintă striuri longitudinale şi o inelaţie de creştere puternică şi neregulată.

Goniophyllum (Fig. 76-J) (Silurian) (Familia Goniophyllidae). Este un tetracoral solitar, de forma unei piramide pătratice, cu un căpăcel format din patru piese triunghiulare. Septele, numeroase şi dilatate, vin în atingere şi ocupă tot polipieritul în stadiul iniţial, restul fiind umplut de tabule incomplete şi ţesut veziculos. Contraseptumul, foarte dezvoltat, se află situat în partea convexă a polipieritului. Septumul cardinal este puţin dezvoltat şi situat într-o fosetă.

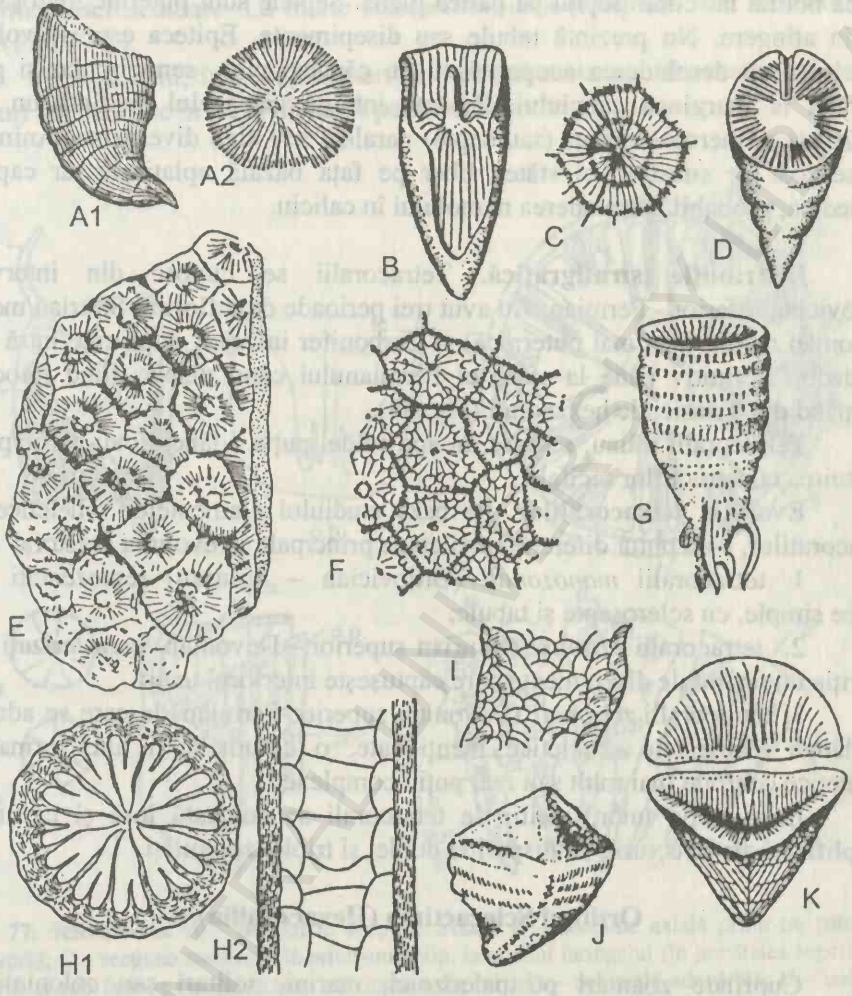


Fig. 76. Rugosa. A – *Streptelasma*; B – *Cyathaxonia cornu*; C – *Acervularia*; D - *Zaphrentis*; E – *Hexagonaria hexagona*; F – *Lithostrotion*; G – *Omphyma subturbinata*; H – *Fascyphyllum conglomerata*: H1 – secțiune transversală; A2 – secțiune longitudinală; I – *Cystiphyllum* (secțiune longitudinală); J – *Goniophyllum pyramidale*; K – *Calceola sandalina* (A din E. Hanganu și colab., 1983; B-G și I-K din V. Barbu, 1968; H după Lang și Smith, din J. Piveteau, 1953).

Calceola (Fig. 76-K) (Devonian inferior - mediu, Eurasia; Devonian mediu, Africa, Australia, California) (Familia Goniophyllidae). Este un tetracoral solitar, cu caliciul adânc, în formă de vârf de papuc, de unde și numele de *sandalina*, dat speciei celei mai cunoscute. Septul cardinal se găsește pe

partea boltită iar contraseptul pe partea plană. Septele sunt puternic îngroşate şi vin în atingere. Nu prezintă tabule sau disepimente. Epiteca este dezvoltată. Caliciul avea deschiderea acoperită cu un căpăcel plan, semicircular şi gros, articulat la marginea caliciului. Pe faţa internă, căpăcelul prezintă un sept median şi numeroase striuri (sau septe) paralele sau slab divergente. Animalul nu se fixa de substrat, ci stătea liber pe faţa bazală aplatizată iar capacul împiedica, probabil, pătrunderea nămolului în caliciu.

Distribuţie stratigrafică. Tetracoralii se cunosc din intervalul Ordovician inferior - Permian. Au avut trei perioade de înflorire: Silurian mediu, Devonian mediu (cea mai puternică) şi Carbonifer inferior, după care intră într-un declin definitiv până la sfârşitul Permianului când dispar, fiind înlocuiţi, începând din Triasic, de hexacorali (Fig. 88).

Tetracoralii trăiau, se pare, în ape calde, puţin adânci şi au participat la alcătuirea construcţiilor recifale.

Evoluţia tetracoralilor. Pe baza studiului elementelor scheletice ale tetracoralilor, s-au putut diferenţia trei etape principale în evoluţia acestora:

1. tetracoralii *monozonali* (Ordovician – Silurian) reprezentaţi prin forme simple, cu sclerosepte şi tabule;

2. tetracoralii *bizonali* (Silurian superior - Devonian) caracterizaţi prin apariţia unui strat de disepimente care căptuşeşte interiorul tecii;

3. tetracoralii *trizonali* (Devonian superior-Permian) la care se adaugă, pe lângă elementele scheletice menţionate, o columelă şi alte formaţiuni scheletice centrale mai mult sau mai puţin complexe.

În evoluţia unor familii de tetracorali se constată însă şi cazuri de simplificări ale structurii, cu dispariţia dublei şi triplei zonalităţi.

Ordinul Scleractinia (Hexacorallia)

Cuprinde zoantari postpaleozoici, marini, solitari sau coloniali, cu cenosarc între polipieritele coloniei. Polipul are simetrie radiară (hexameră) cu elemente de simetrie bilaterală (Fig. 77-A, B). Septele sunt de două feluri: endodermice (*sarcosepte*) şi *calcaroase*, secretate de ectoderm – *sclerosepte* – singurele septe care se păstrează după moartea polipului (Fig. 77-C). Protoseptele, care formează primul ciclu de septe, apar concomitent şi nu succesiv, ca la tetracorali. Ele sunt dispuse pe tipul şase, într-o *simetrie radiară hexameră,* şi delimitează şase loji primare egale. Restul septelor (metaseptele) apar în cicluri succesive de şase (în ciclul II), 12 (în ciclul III), 24 (în ciclul IV), 48, 96, 192 etc. septe, deci multiplu de şase. Septele ciclurilor respective au

lungime descrescătoare. La multe scleractinii, teca şi septele sunt străbătute de pori (Fig. 77-F).

Polipii sunt, în general, mari şi prezintă tentacule nepenate, dispuse în cercuri concentrice în jurul discului peristomial.

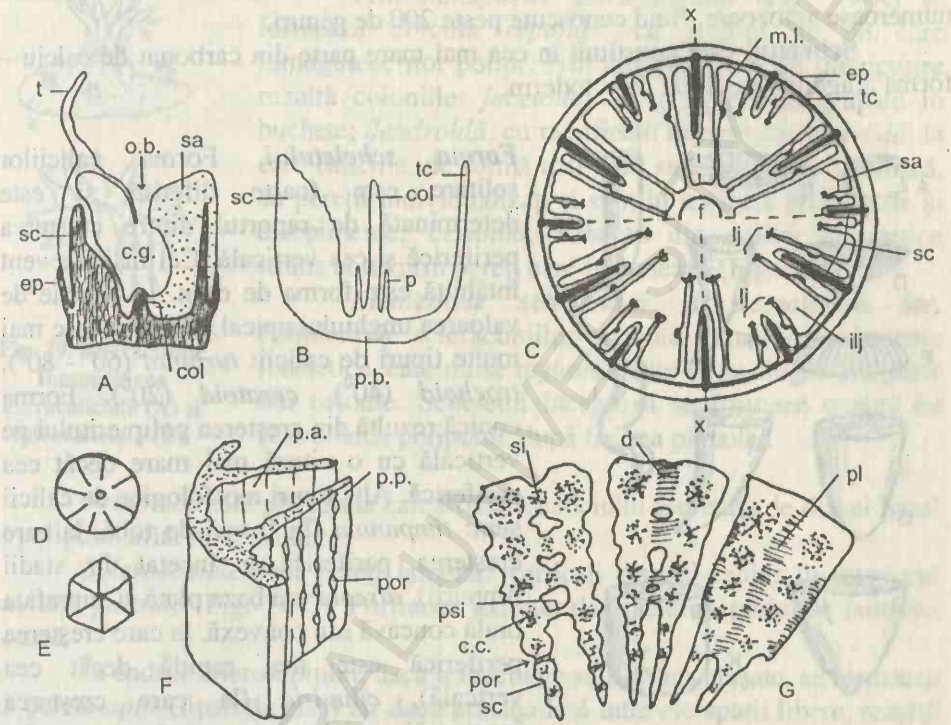


Fig. 77. Scleractinia. A – polipul în secţiune axială; B – secţiune axială printr-un caliciu cu columelă; C – secţiune transversală printr-un polip: la nivelul faringelui (în jumătatea superioară a figurii) şi sub faringe (în jumătatea inferioară a figurii); D – columelă adevărată; E – columelă falsă; F – fragment de caliciu cu septe apore (p.a.) şi septe poroase (p.p.); G – septe cu centrele de calcificare (A, B, D, E, F după L. Moret, 1940; C inspirat din L. Moret, 1940); c. c. – centru de calcificare; c. g. – cavitate gastrală; col – columelă; d – disepiment; ep – epitecă; f – faringe; ilj – interlojă; lj – lojă; m. l. – muşchi longitudinal; o. b. – orificiu buco-anal; p – pali; p. a – perete apor; p. b. placă bazală; pl – planşeu; por – por; p. p. perete poros; psi – pseudosinapticul; sa – sarcosept; sc – sclerosept; si – sinapticul; t – tentacul; tc – tecă; x-x – planul sagital al simetriei bilaterale.

Reproducerea scleractiniilor este sexuată şi asexuată. Reproducerea asexuată, frecventă la scleractinii, se face prin diviziune sau prin înmugurire. Diviziunea poate fi transversală sau în plan vertical, iar înmugurirea – extra- şi intracalicială (Fig. 79). Dacă indivizii nou formaţi rămân strâns uniţi, iau naştere

colonii cerioide, plocoide, faceloide, tamnasteroide etc. (Fig. 80). Dacă indivizii nou formați se distanțează între ei, atunci iau naștere colonii dendroide (Fig. 80). Dacă indivizii nou formați rămân legați între ei prin baza lor de individul mamă, care s-a alungit, atunci iau naștere coloniile meandroide, cu caliciile alungite și contopite meandriform (Fig. 80). În fauna actuală, scleractiniile sunt cele mai numeroase antozoare, fiind cunoscute peste 200 de genuri.

Scheletul este constituit în cea mai mare parte din carbonat de calciu – forma aragonit – secretat de ectoderm.

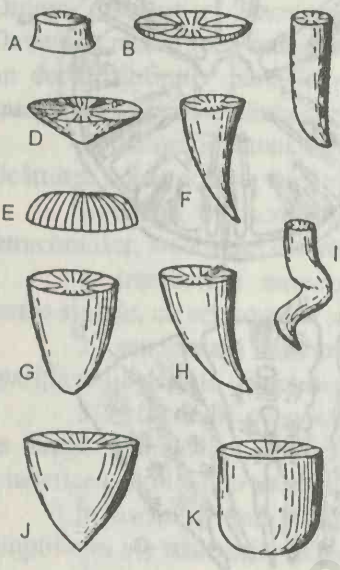


Fig. 78. Scleractinia. Forma polipierilor solitari (după J. W. Wells, din R. C. Moore, 1963); A – timpanoidă; B – discoidă; C și K – cilindroidă; D – patelată; E – cupolată (cyclolitoidă); F – ceratoidă; G – turbinată; H – trochoidă; I – scolecoidă; J – flabelată.

Forma scheletului. Forma caliciilor solitare este foarte diferită și este determinată de raportul dintre creșterea periferică și cea verticală. Cel mai frecvent întâlnită este forma de corn. În funcție de valoarea unghiului apical, se deosebesc mai multe tipuri de calicii: *turbinat* (60^0 - 80^0), *trochoid* (40^0), *ceratoid* (20^0). Forma conică rezultă din creșterea polipieritului pe verticală cu o viteză mai mare decât cea periferică. Alte tipuri morfologice de calicii sunt: *timpanoid* (în formă de tobă, la care creșterea periferică a încetat în stadii timpurii), *discoid* (cu baza plată și suprafața orală concavă sau convexă, la care creșterea periferică este mai rapidă decât cea vertcală), *cilindric* (la care creșterea încetează), *patelat* (con aplatizat), *cupolat* sau *ciclolitoid* (cele două creșteri sunt egale), *scolecoid* (cilindric, cu creștere neregulată), *flabeliform* (în formă de evantai) și *cuneiform* (în formă de cui) (Fig. 78).

Coloniile se formează prin înmugurire intra- sau extracalicială sau prin fixarea în același loc a unui număr mare de larve planule din care se vor dezvolta polipi sudați, fenomen numit *thigmotactism*. Coloniile pot fi: masive, rămuroase, foliacee sau încrustante.

Prin *înmugurire intracalicială* (Fig. 79-B) se formează următoarele tipuri de colonii: *hidnoforoidă*, la care centrele polipieritelor sunt înconjurate de un fel de protuberanțe numite *monticuli*; *meandroidă*, la care polipieritele pierd

individualitatea şi se dispun în serii liniare sau ondulate în interiorul unui perete comun; *flabelată*, constituită dintr-o serie liniară dreaptă sau uşor torsionată din cadrul unei colonii meandroide.

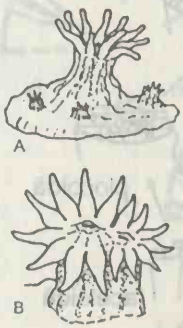


Fig. 79. Scleractinia. Înmugurirea extracalicială (A) şi intracalicială (B).

Prin *înmugurire extracalicială* (Fig. 79-A) se formează colonia *reptoidă*, cu stoloni de pe care înmuguresc noi polipi. Prin ambele tipuri de înmugurire rezultă coloniile: *faceloidă*, cu polipieritele grupate în buchete; *dendroidă*, cu ramificaţii dezvoltate; *plocoidă*, la care caliciile, de formă mai mult sau mai puţin cilindrică, au pereţii individualizaţi şi sunt în legătură prin coaste şi disepimente; *cerioidă*, formată din calicii prismatice strâns unite prin pereţi care fuzionează (Fig. 80).

Elementele scheletului şi dezvoltarea lor. Polipieritele scleractiniilor prezintă numeroase elemente scheletice, care nu se regăsesc toate la un singur polipierit sau colonie. Scheletul începe să se formeze o dată cu dezvoltarea polipului, după fixarea planulei.

Prototeca este platforma calcaroasă a caliciului secretată de discul bazal al polipului aflat în dezvoltare.

Scleroseptele sunt pereţi lamelari verticali dispuşi radiar în interiorul cavităţii gastrale (Fig. 77-C). Porţiunea extratecală a scleroseptului se numeşte *coastă*.

În cadrul scleroseptului, dacă trabeculele sunt strâns ataşate, se formează un perete *apor* (lipsit de pori) iar dacă acestea lasă între ele spaţii libere, rezultă un perete *poros* (Fig. 77-F).

Septele (sarcosepte şi sclerosepte) se dezvoltă în cicluri succesive (Fig. 81). Primul ciclu cuprinde *şase perechi de sarcosepte* (mezentere sau protocneme) care delimitează *şase loji entocele*. În planul median al fiecărei loji entocelice (entocel), se formează câte un *sclerosept*, în total *şase protosepte entocelice*; creşterea lor în înălţime va determina apariţia a şase invaginări ale discului pedios. Pe măsura creşterii, polipul secretă noi platforme de sprijin, rezultând *endoteca*; aceasta este reprezentată prin planşee (tabule) considerate ca prototeci succesive.

În ciclul al doilea se dezvoltă *şase sclerosepte exocelice* (*metasepte*) care se formează în planul median al exocelului (spaţiul cuprins între două cupluri de sarcosepte vecine sau interloji). În această etapă, polipul prezintă 12 sclerosepte şi şase perechi de sarcosepte. Dezvoltarea ulterioară cuprinde diferite grade de complicare a compartimentării polipieritului, în funcţie de specie.

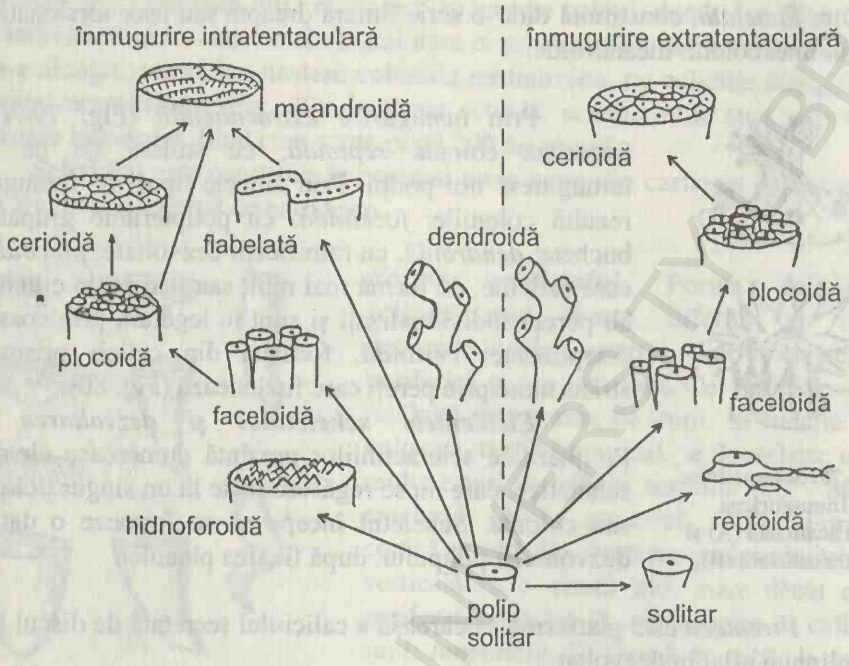


Fig. 80. Scleractinia. Principalele tipuri de colonii (după J. W. Wells din R. C. Moore, 1963).

În ciclul al treilea de septe are loc *substituirea exoseptelor* (*metasepte*) prin câte un cuplu de sarcosepte ce delimitează între ele un sclerosept (entosept) (Fig. 82). Această înlocuire are loc prin bifurcarea zonei periferice a marginii distale a exoseptei şi dezvoltarea simultană a unui cuplu de sarcosepte şi a unui nou entosept în spaţiul cuprins între cele două ramuri despicate ale exoseptei (scleroseptului). Se formează astfel o nouă lojă entocelică pe locul ocupat iniţial de o exoseptă. Cele două ramuri rezultate din bifurcarea exoseptei vor da două noi exosepte ale căror margini interne (axiale) pot fi libere sau unite proximal şi fuzionate într-un nou entosept. La sfârşitul ciclului al treilea, polipul prezintă 12 noi exosepte.

În ciclul al patrulea, se vor forma noi loji pe locul exoseptelor ce vor cuprinde 24 de noi exosepte.

Sinapticulele au aspectul unor punţi cu baza lărgită care unesc două septe alăturate şi reprezintă centri de calcificare dezvoltaţi între două trabecule ce aparţin la două septe vecine (Fig. 83-D).

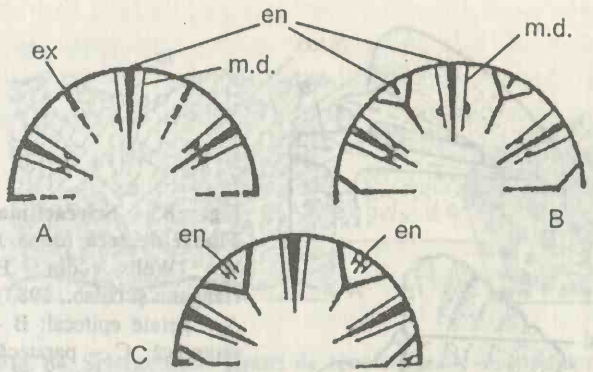


Fig. 81. Substituirea exoseptei prin entoseptă (după Vaughan şi Wells, din E. Hanganu şi colab, 1983); A – stadiu iniţial; B-C – dedublarea exoseptei cu apariţia entoseptei.

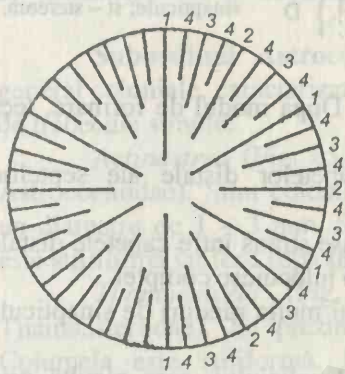


Fig. 82. Ciclurile de septe la scleractinii (după J. W. Wells, din E. Hanganu şi colab., 1983).

Columela este o structură axială care se ridică adesea ca un mic stâlp din centrul plăcii bazale. Când se formează independent de sclerosepte este o *columelă adevărată,* iar când rezultă din contopirea părţilor interne ale scleroseptelor se numeşte *columelă falsă* (Fig. 77-D, E).

Palii sunt lamele verticale situate în zona axială sau în apropierea columelei, în prelungirea entoseptei (Fig. 77-B). Ei se dezvoltă în jurul columelei din centrii de calcificare succesivi, în jurul cărora se depun straturi calcaroase concentrice.

Tabulele sunt elemente componente ale endotecii, planşee simple sau dedublate care traversează regiunea axială a caliciului, izolând polipul de partea proximală a polipierului care, treptat, va degenera.

Disepimentele sunt, de asemenea, componente ale endotecii şi se prezintă sub forma unor lamele mici, suborizontale, de forme şi grosimi variabile, care nu traversează niciodată cavitatea axială. Disepimentele se pot dezvolta la interiorul polipieritului, între septe (când se numesc *endotecale*) (Fig. 83-C), sau la exteriorul polipieritului, între coaste (*exotecale*) (Fig. 84-A). După formă, ele pot fi tabulare sau veziculare.

În general, tabulele şi disepimentele sunt mai slab dezvoltate decât la tetracoralieri.

Peretele calcaros al polipului solitar poate fi unic – *teca* sau dublu – cu *teca* (la interior) şi *epiteca* (la exterior).

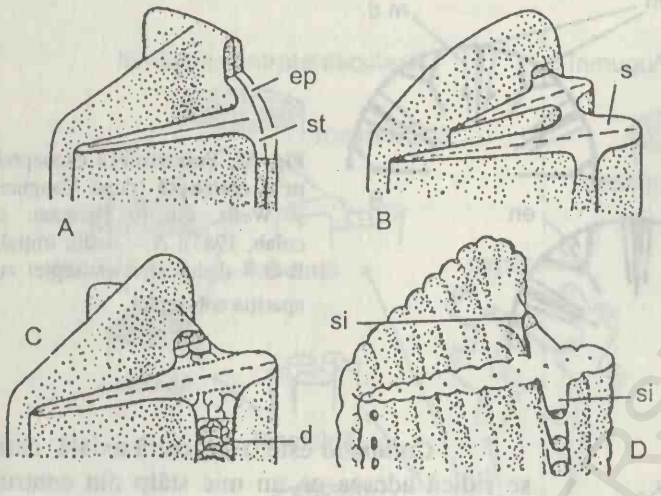


Fig. 83. Scleractinia. Tipuri de tecă (după J. W. Wells, din E. Hanganu şi colab., 1983); A – perete epitecal; B – septotecă; C – parateca; D – sinapticulotecă; d – disepimente; ep – epitecă; s – sclerosept; si – sinapticule; st – stereom.

Teca este peretele calcaros al caliciului. După modul de formare, teca este de mai multe feluri (Fig. 83):

- *septoteca*, formată din contopirea capetelor distale ale septelor, îngroşate şi lăţite (Fig. 83-B);

- *parateca*, formată din disepimente dispuse strâns între capetele distale ale septelor; disepimentele întăresc septoteca sau o înlocuiesc complet.

- *sinapticuliteca*, formată din unul sau mai multe rânduri de sinapticule ale extremităţii distale ale septelor (Fig. 83-D).

Epiteca este un perete extern, subţire al caliciului, care rezultă prin răsfrângerea laterală a peretelui prototecii. Uneori epiteca prezintă un fel de excrescenţe (procese radiculare) cu care caliciul se prinde de substrat. Epiteca se poate ataşa la un perete septotecal sau la un strat calcaros intermediar între capetele distale ale septelor şi epitecă numit *stereom* (Fig. 83-A).

Cenosteum (Fig. 84) reprezintă elementele scheletice secretate de cenosarc prin care caliciile sunt unite între ele; se dispune sub formă de coaste de legătură sau disepimente tabulare sau veziculare.

Clasificare. Ca urmare a diversităţii şi complexităţii structurale a scheletului, clasificarea scleractiniilor este dificilă. Au fost propuse mai multe sisteme de clasificare: după natura poroasă sau aporoasă a polipierului (Porosa şi Aporosa), după prezenţa sau absenţa tecii (Euthecalia, Athecalia şi Pseudothecalia) etc. Mai recent, structura aparatului septal este folosită drept criteriu în clasificare. După acest criteriu sunt deosebite următoarele subordine: Astrocoeniina, Fungiina, Faviina, Caryophyllina şi Dendrophyllina.

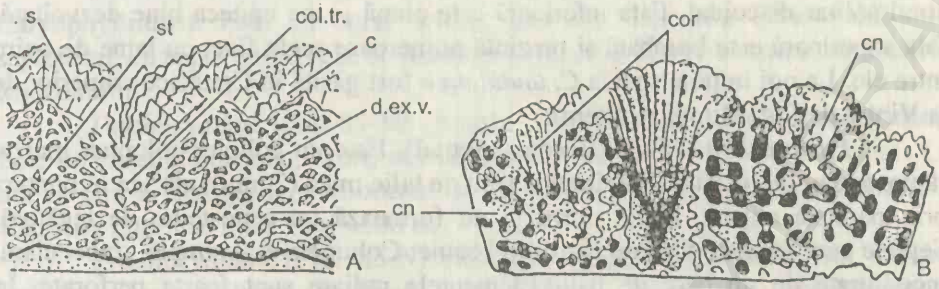


Fig. 84. Scleractinia. Tipuri de cenosteum. A – cenosteum constituit din coaste şi disepimente veziculare la *Montastrea*; B – cenosteum poros la *Astreopora* (secţiune verticală) (după J. W. Wells, din E. Hanganu şi colab., 1983); c – coastă; col. tr. – columelă trabeculară; cor – coralite; cn – cenosteum; d. ex. v. – disepimente exotecale veziculare; s – sept; st – septotecă.

Subordinul Astrocoeniina (Triasic - Actual). Cuprinde forme, în general coloniale, caracterizate prin septe formate, de regulă, dintr-un număr mic de trabecule simple.

Actinastrea (Fig. 85-A) (Jurasic superior - Cretacic superior) (Familia Astrocoeniidae). Sunt colonii masive cerioide, cu polipieri mici, prismatici, cu un diametru de 1 – 3 mm. Septele sunt dispuse în două, trei cicluri; columela este stiliformă iar teca septotecală; palii lipsesc.

Thamnasteria (Fig. 85-B) (Triasic mediu - Cretacic) (Familia Thamnasteriidae). Se prezintă sub formă de colonii dendroide sau masive. Columela este stiliformă. Elementele radiare sunt reprezentate prin lame biseptale, slab perforate (septe thamnasteroide) coalescente prin marginea lor internă, constituite din trabecule simple, divergente în fiecare lamă biseptală; feţele laterale ale acestor lame sunt ornate cu granulaţii. Sinapticulele sunt puţin numeroase.

Acropora (Fig. 85-C) (Eocen - Actual) (Familia Acroporidae). Este un hexacoralier colonial dendroid, cu polipieri mici care se deosebesc cu greu în masa cenosteumului. Columela lipseşte. Sunt specii mari constructoare de recife. În stare fosilă se cunoaşte din Europa şi America de Nord. În Actual trăieşte în Oceanul Pacific şi Oceanul Indian.

Subordinul Fungiina (Triasic mediu - Actual). Cuprinde forme solitare sau coloniale cu septe perforate în mod regulat şi legate între ele prin sinapticule.

Isastrea (Fig. 85-D) (Jurasic mediu - Cretacic superior) (Familia Calamophylliidae). Este un hexacoral colonial cu perete septotecal, cu calicii poligonale.

Cyclolites (Fig. 85-E) (Cretacic - Eocen) (Familia Cyclolitidae). Este un coral solitar discoidal. Fața inferioară este plană și are epiteca bine dezvoltată; fața superioară este bombată și prezintă numeroase septe fine, cu lame de unire între ele. La noi în țară, specia *C. undulata* a fost găsită în Cretacicul superior de la Vinţul de Jos (Munții Apuseni).

Porites (Fig. 85-G) (Eocen - Actual). Este un polipier colonial, masiv, rămuros sau încrustant. Polipieritele sunt de talie mică (2 mm); ele vin în contact prin peretele extern, foarte poros și nu formează un cenosteum de legătură. Septele sunt formate din trei, patru trabecule. Columela este simplă, trabeculară, înconjurată de un cerc de pali. Elementele radiare sunt foarte perforate. În Actual, speciile acestui gen participă masiv la formarea recifelor.

Fungia (Fig. 85-F) (Miocen - Actual) (Familia Poritidae). Este un polipier solitar, discoidal sau oval-alungit. Teca lipseşte. Pe prototecă se dispun numeroase sclerosepte reunite prin sinapticule. Pereții sunt perforați numai în stadiul adult, septele sunt, în general, neperforate. Coastele sunt reduse la rânduri de tuberculi spinoşi.

Subordinul Faviina (Triasic mediu - Actual). Cuprinde forme solitare şi coloniale, la care septele au marginea dințată şi sinapticule puține sau absente.

Montlivaltia (Fig. 85- H) (Triasic-Paleogen) (Familia Montlivaltiidae). Este un hexacoral solitar trochoid, cu epiteca dezvoltată şi coaste septale proeminente. Este un gen primitiv care păstrează simetria bilaterală (caracter de tetracoralier). Frecvent în Jurasic.

Plesiastrea (= *Heliastrea*) (Fig. 85-I) (Jurasic - Actual) (Familia Faviidae). Este o formă colonială masivă, cerioidă, cu calicii cilindrice depărtate între ele şi cu cenosarcul foarte bogat. Zidul septotecal este foarte gros; columela mai mult sau mai puțin dezvoltată. Polipieritele sunt puternic costulate. În Actual trăieşte în Marea Roşie.

Solenastrea (Fig. 85-J) (Oligocen - Actual) (Familia Faviidae). Se dezvoltă sub formă de colonii mari, cu calicii circulare. Spre deosebire de genul anterior, polipieritele sunt mai mici, cenosarcul mai redus, zidul septotecal puțin îngroşat iar columela este rudimentară. Se cunoaşte şi din Miocenul de la Bahna. În prezent trăieşte în Marea Roşie.

Subordinul Caryophyllina (Jurasic - Actual). Cuprinde forme solitare, rareori coloniale, cu zid septotecal sau paratecal. Septele au marginea netedă şi puține sinapticule.

Turbinolia (Fig. 85-K) (Eocen - Oligocen) (Familia Caryophylliidae). Este un polipier solitar, conic-trochoid. Prin fuziunea septelor primare s-a format o pseudocolumelă stiliformă.

Ceratotrochus (Fig. 85-L) (Oligocen - Actual) (Familia Caryophylliidae). Este un coral solitar, turbinat, fixat sau liber; zidul este septotecal, cu septe numeroase şi coaste proeminente. Este frecvent în depozitele Miocenului.

Delthocyathus (Fig. 85-M) (Eocen - Actual) (Familia Caryophylliidae). Este un coral solitar mic, scurt, discoidal sau patelat, cu coastele granulare. La noi în ţară a fost găsit în Miocenul de la Bahna. În mările actuale trăieşte la adâncimi cuprinse între 10 şi 4500 m.

Trochocyathus (Fig. 85-N) (Eocen - Actual). Este un coral solitar, turbinat, ceratoid, liber sau fixat; zidul costulat. La interior, prezintă septe groase, o columelă noduroasă şi numeroşi pali. Se întâlneşte în Miocenul de la Costei. Prezintă o mare răspândire geografică şi batimetrică (până la 1600 m).

Flabellum (Fig. 85-O) (Eocen - Actual) (Familia Flabellidae). Este un coral solitar cu caliciul turtit, turbinat, cu septe numeroase, lăţite spre centru; prezintă epitecă şi coaste septale. La noi este cunoscut din Miocenul de la Lăpugiu.

Subordinul Dendrophyllina. Sunt forme coloniale cu cenosarc absent sau rareori dezvoltat, caracterizate prin septe perforate în mod neregulat şi legate între ele prin sinapticule. Cretacic superior – Actual.

Dendrophyllia (Fig. 85-P) (Eocen - Actual) (Familia Dendrophyliidae). Este o formă colonială, dendroidă, care se înmulţeşte prin înmugurire extracalicială. Polipii sunt mari, alungiţi cu scheletul uşor costat la exterior. Astăzi are o mare răspândire (Oceanul Atlantic, Marea Mediterană, Oceanul Pacific).

Evoluţia scleractiniilor. În evoluţia scleractiniilor se remarcă fenomenul de creştere din ce în ce mai rapidă a polipierului solitar şi a coloniei prin următoarele căi:

- creşterea porozităţii tecii şi a septelor;
- reducerea septelor până la septe mărunte sau ţepi mici;
- scurtarea polipierilor, dezvoltarea cenosteumului şi, implicit, lărgirea coloniei.

Din Cretacic, aparatul septal cu teca perforată este dominant; cu aceeaşi cantitate de carbonat de calciu, în Neogen s-a construit, de exemplu, o masă mult mai mare de scleractinii decât în Cretacic. Această direcţie evolutivă de succes este cel mai bine evidenţiată la speciile de Acroporidae şi Poritidae – cele mai importante familii de scleractinii actuale constructoare de recife.

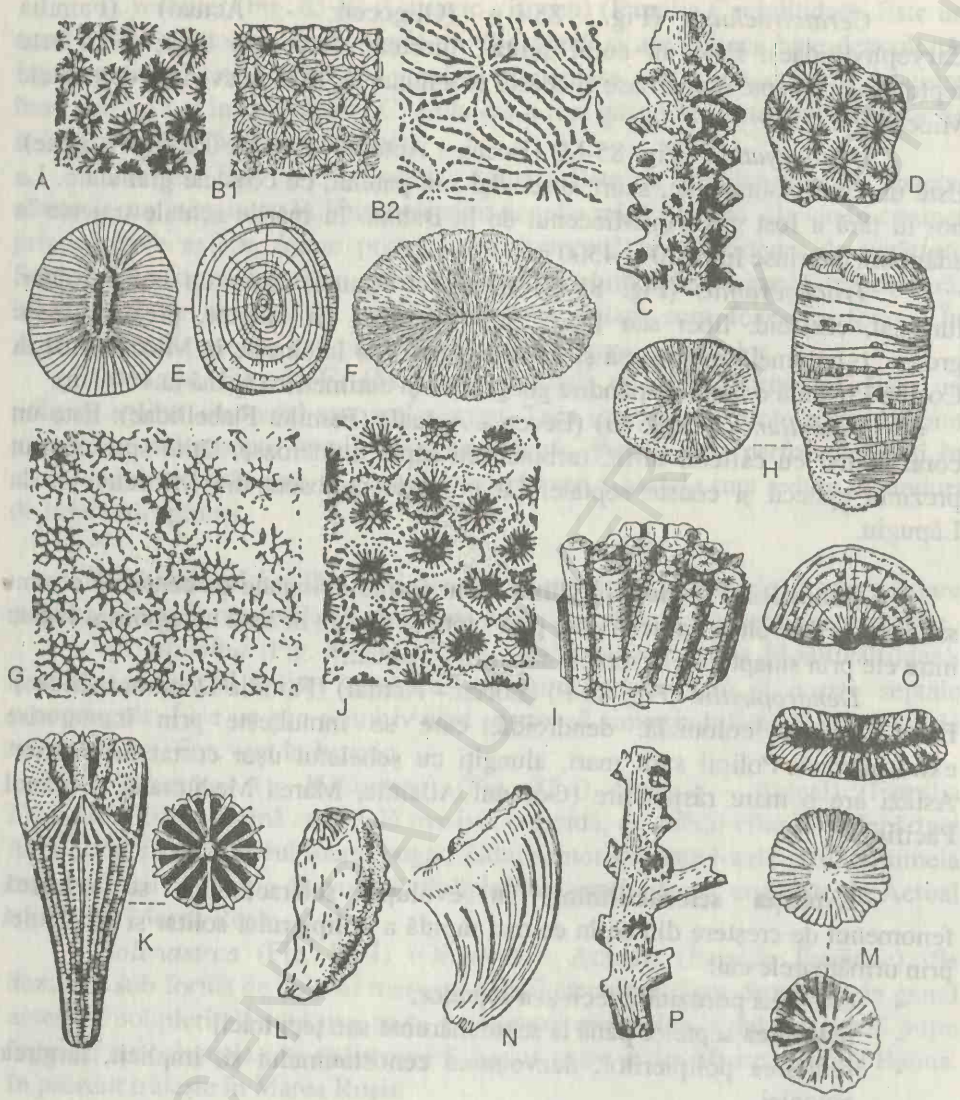


Fig. 85. Scleractinia. A – *Actinastrea*; B1-B2 – *Thamnasteria*; C – *Acropora*; D – *Isastrea*; E – *Cyclolites* (fața superioară și cea inferioară); F – *Fungia*; G – *Porites*; H – *Montlivaltia*; I – *Plesiastrea* (= *Heliastrea*); J – *Solenastrea*; K – *Turbinolia*; L – *Ceratotrochus*; M – *Deltocyathus*; N – *Trochocyathus*; O – *Flabellum*; P – *Dendrophyllia* (A-H, J, O, P din E. Hanganu și colab., 1983; I, K, L, M, N din V. Barbu, 1968).

Distribuție stratigrafică. Hexacoralierii au apărut în Triasicul mediu și ating apogeul în Miocen. În Mesozoic au cunoscut două momente de înflorire: primul, în Jurasicul superior iar al doilea, mai pronunțat decât primul, în Cretacicul superior. După apogeul din Miocen, grupul intră într-un ușor declin iar în epoca actuală cunosc, din nou, o dezvoltare remarcabilă (Fig. 88).

Paleoecologie. Hexacoralierii de mică adâncime (până la 90 m) sunt recifali și așa se consideră că au fost primii hexacoralieri. Coralii de mare adâncime (6000 m) și ape întunecoase, nerecifali, au apărut în Jurasic. În Mesozoic, cordonul recifal a trecut peste țara noastră și este reprezentat de calcarele recifale din Munții Apuseni, Piatra Craiului, Hârșova etc.

Ordinul Tabulata

Acest ordin cuprinde corali exclusiv coloniali, majoritatea paleozoici, cu polipierite tubulare sau prismatice, care au drept caractere comune prezența unor pereți dispuși transversal, în spațiul tubular părăsit de polipierit, numiți *tabule* (planșee); tabulele pot fi complete sau incomplete. Septele sunt rudimentare, spinoase, de tip acantin sau absente. Spre deosebire de tetracorali și hexacorali, septele, în număr de 12, sunt dispuse într-un singur ciclu. Tuburile calcaroase, lungi și subțiri, sunt separate sau strâns sudate. Polipii comunicau între ei prin pori mari situați în pereții tuburilor sau prin tubulețe transversale. Polipieritele lipsite de pereți erau unite prin cenosarc (cenenchim).

Tipuri de colonii (Fig. 86). Cel mai frecvent întâlnite în stare fosilă sunt următoarele tipuri de colonii:

- *cerioid*, alcătuit din polipierite prismatice strâns unite;
- *meandroid* – polipieritele sunt dispuse în șiruri ondulate separate de pereți despărțitori;
- *cenenchimal* – polipieritele, lipsite de perete, sunt unite prin cenenchim;
- *alveolitoid* – cu polipierite înclinate;
- *cateniform* – cu polipierite unite lateral;
- *fasciculat* – cu polipierite cilindrice, distanțate și unite prin tuburi conective;
- *reptant-retiform* – partea proximală a coloniei este fixată printr-un cerc (reticulum) iar partea distală este alcătuită din polipierite cilindrice sau în formă de trompetă;
- *umbeliform* – cu ramurile părților proximală și distală în formă de umbrelă;
- în *zig-zag* – cu ramurile părții proximale și distale dispuse în zig-zag.

Polipierii fasciculați și o parte din cei cerioizi sunt alcătuiți din polipierite care își păstrează epiteca; coloniile meandroide, cenenchimale și cea mai mare parte a coloniilor cerioide au o epitecă comună (holotecă).

Coloniile de tabulați au dimensiuni variabile, de la câțiva milimetri la 2 m diametru. Aspectul coloniilor este, de asemenea, variat: de foițe subțiri, corpuri sferice sau hemisferice, ramificate. Diametrul tuburilor este cuprins, în medie, între 0,5 - 4 mm; cel mai mic diametru cunoscut este de 0,2 mm iar cel mai mare de 20 mm.

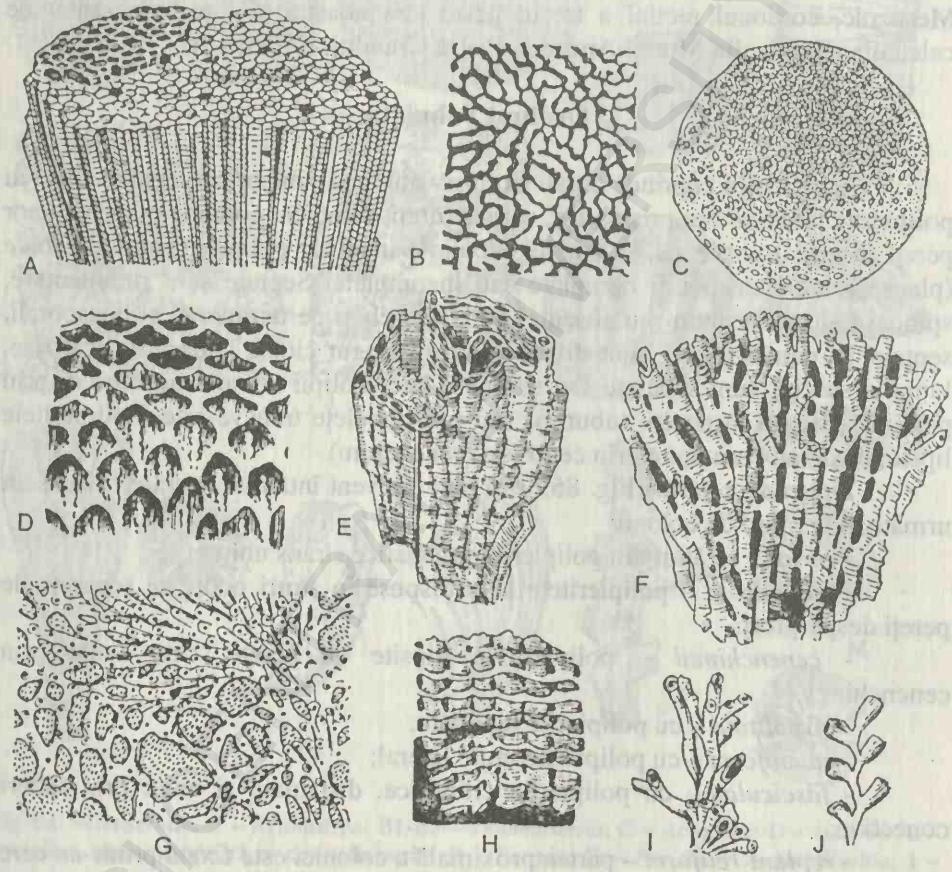


Fig. 86. Tabulata. Tipuri de colonii (după D. Hill, E. C. Stumm, în E. Hanganu și colab., 1983). A – cerioid (*Favosites*); B – meandroid (*Chaetetes*); C – cenenchimal (*Plasmopora*); D – alveolitoid (*Alveolites*); E – cateniform (*Halysites*); F - fasciculat (*Syringopora*); G – cenenchimal fasciculat (*Chonostegites*); H – reptant retiform (*Aulopora*); I – umbeliform (*Romingeria*); J – zigzag (*Cladochonus*).

Prezentăm, în continuare, câțiva dintre reprezentanții mai importanți ai tabulaților.

Chaetetes (Fig. 86-B, Fig. 87-A) (Ordovician mediu – Carbonifer – Cretacic - ?Eocen) (Familia Chaetetidae). Este un polipier masiv format din polipierite înguste, tubulare, prismatice, strâns alipite. Pereții neperforați sunt, în general, subțiri, uneori îngroșați. Nu posedă septe propriu-zise, ci numai spini (*cistifragme*). Tabulele sunt dese și se fixează la același nivel în două polipierite vecine.

Heliolites (Fig. 87-B) (Silurian inferior - Devonian mediu) (Familia Heliolitidae). Este un polipier masiv, discoidal sau globulos, rareori rămuros. Polipieritele, cilindrice, pot prezenta sau nu 12 septe, care în regiunea centrală vin în atingere și formează o structură columelară, ceea ce îl apropie de hexacoralieri. Tabulele sunt distanțate. Are două feluri de tuburi: unele mari, circulare, înconjurate de altele mai mici, poligonale, înglobate într-un cenosarc abundent.

Favosites (Fig. 86-A, Fig. 87-C) (Ordovician superior - Devonian mediu) (Familia Favositidae). Este un polipier masiv format din tuburi înguste, prismatice, complet sudate (cu aspect de fagure). Prezintă începuturi de septe, cu numeroși pori despărțitori. Tabulele sunt complete, orizontale. Polipii comunicau între ei prin pori mari, situați în pereții tuburilor. O specie bine cunoscută este *F. gothlandica.* În Silurianul superior și Devonian, au participat la construcțiile recifale.

Pleurodictyum (Fig. 87-D) (Devonian inferior) (Familia Favositidae). Se prezintă sub formă de colonii discoidale sau hemisferice, cu calicii scurte, poligonale, dezvoltate divergent din centrul bazei. Pereții sunt groși și străbătuți de pori largi, foarte numeroși. Septele, rudimentare, fie că apar sub forma unor creste marginale slabe, fie sub forma unor spini dispuși în rânduri verticale. Tabulele, deseori anastomozate, pot fi sau nu bombate, dar niciodată veziculoase. Colonia era fixată sau nu pe corpuri străine și protejată la bază de o epitecă plisată concentric. Specia clasică *P. problematicum* aparține unei colonii dezvoltate în jurul unui corp străin (cochilie de brahiopod sau vierme).

Halysites (Fig. 86-E, Fig. 87-E) (Ordovician - Silurian) (Familia Halysitidae). Are colonia formată din calicii tubulare lungi, cilindrice sau ovoidale, sudate lateral. Septele, când există, sunt reprezentate prin 12 șiruri verticale de spini. Tabulele sunt complete, orizontale, foarte bine dezvoltate. Pe secțiune transversală, contururile tuburilor au aspectul unor șiraguri de mărgele.

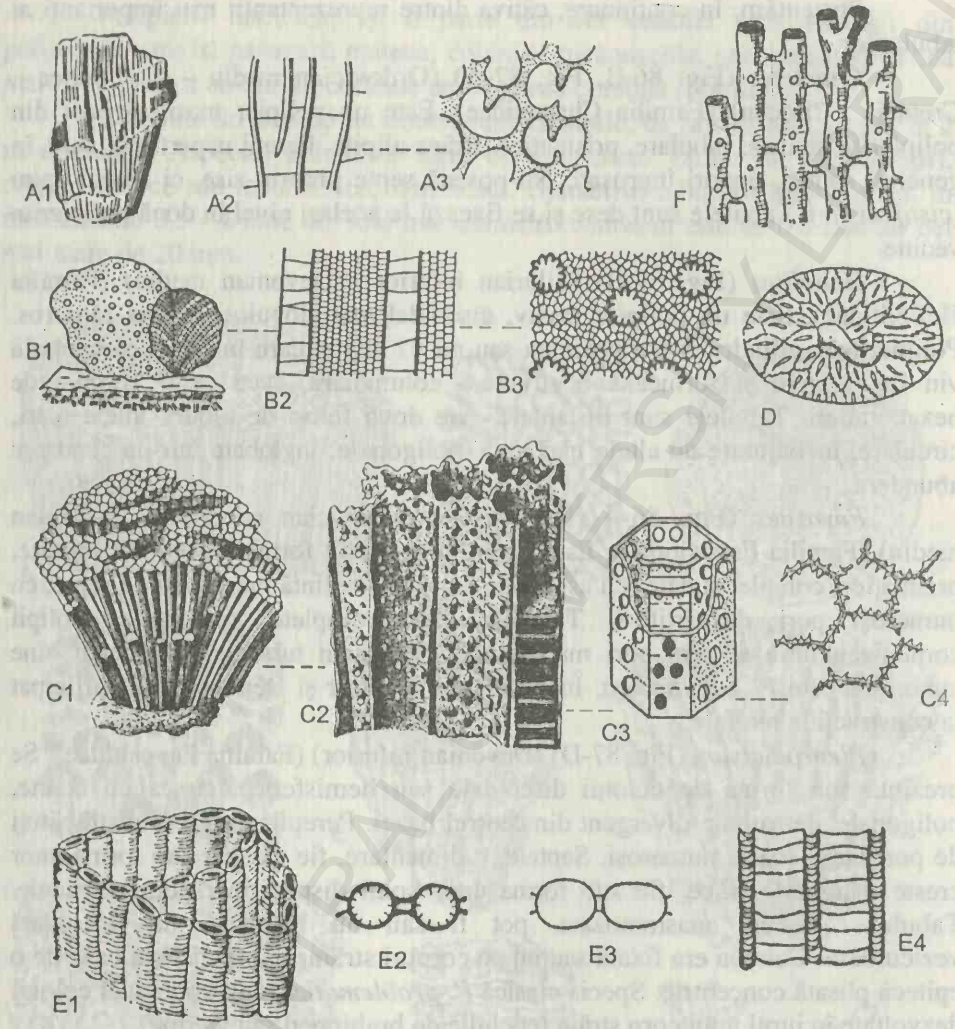


Fig. 87. Tabulata. A – *Chaetetes radians*: A1 – colonie, A2 – secţiune longitudinală; A3 – secţiune transversală; B – *Heliolites*: B1 – colonia; B2 - secţiune longitudinală; B3 – secţiune transversală; C - *Favosites*: C1 – colonia; C2 – porţiune din colonie cu tabule şi pori; C3 – tub cu tabule şi pori murali; C4 – secţiune orizontală prin tuburi; D – *Pleurodictyum problematicum*; E – *Halysites catenularia*: E1 – porţiune de colonie; E2 şi E3 – secţiuni transversale prin tuburi; E4 - secţiune longitudinală; F – *Syringopora* (A, B, D, C3 din V. Barbu, 1968; C1, C2, C4 din K. Walther, 1984; E, F din L. Davitaşvili, 1956).

Syringopora (Fig. 86-F, Fig. 87-F) (Ordovician mediu - Permian) (Familia Auloporidae). Este un polipier fasciculat format din polipierite cilindrice, puţin curbate, care se unesc între ele prin simplu contact sau prin

tubulețe transversale. Tabulele sunt foarte numeroase şi foarte curbate axial, delimitând la unele specii un canal axial continuu. Spinii septali sunt scurți şi dispuşi în 12 şiruri verticale.

În evoluția coloniilor de tabulați (*Chaetetes, Heliolites, Favosites, Syringopora*) se constată tendința de perfecționare dintre polipierite, fie prin pori, fie prin stoloni.

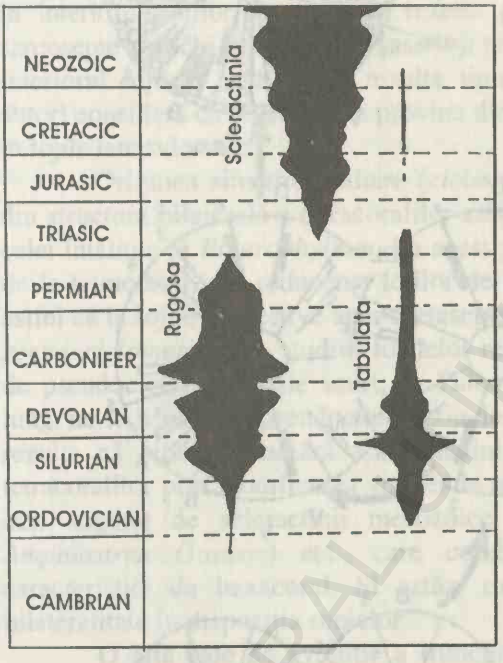


Fig. 88. Distribuția stratigrafică a zoantharilor (bazat pe House, în G. Krumbiegel şi H. Walther, 1984 şi alte surse).

Distribuție stratigrafică. Coralii tabulați apar în Ordovician, ating apogeul evoluției în Silurianul inferior – Devonianul superior, şi se sting, probabil, în Eocen (Fig. 88). Deşi au străbătut timpurile mesozoice, şi probabil au pătruns şi în Neozoic, tabulații caracterizează, prin marea lor diversificare şi răspândire, Era Paleozoică.

Filogenia antozoarelor. După modul de apariție şi grupare a septelor, au fost stabilite trei direcții de evoluție a antozoarelor: *ceriantipatharian*, *octocorallian* şi *zoantharian* (Fig. 89). Polipul ancestral de antozoare se crede că prezenta şase sarcosepte. Din acest tip de polip a rezultat tipul *ceriantipatharian* prin adăugare de şase sarcosepte în loja dorsală, rezultând un polip cu 12 sarcosepte. Pe de altă parte, din polipul ancestral hexaradiar, a rezultat un polip cu opt sarcosepte, prin adăugarea a două sarcosepte suplimentare, unul în loja dorsală şi unul în loja ventrală, care a reprezentat *trunchiul comun octocorallian - zoantharian*. Din această structură intermediară, a rezultat polipul *octocorallian* prin dispunerea caracteristică a musculaturii longitudinale a septelor (nici un mușchi în loja dorsală, câte un mușchi în lojile laterale şi doi mușchi în loja ventrală).

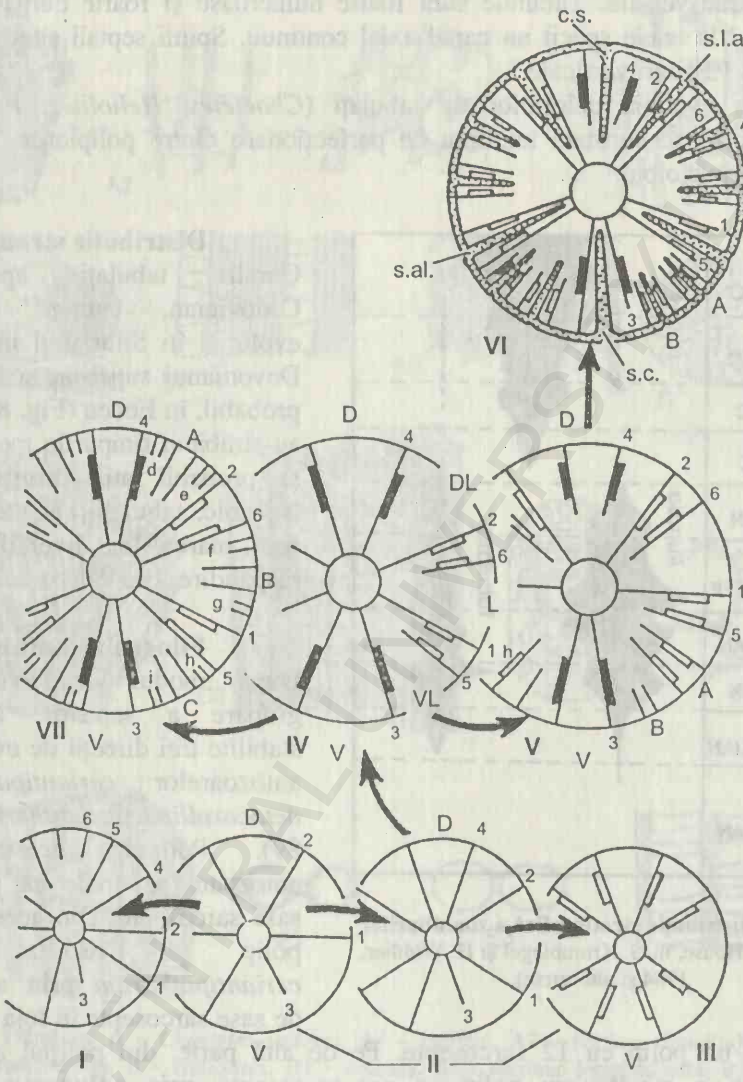


Fig. 89. Relațiile filogenetice între principalele grupe de antozoare stabilite după dispoziția mezenterelor (după J. Wells și D. Hill, din R. C. Moore, 1963, în E. Hanganu și colab., 1983).
I – Ceriantipatharia; II – trunchiul comun Octocorallia – Zoantaharia; III – Octocorallia; IV – trunchiul comun zoantharian (cu mezentere perechi); V – Zoanthiniaria; VI – Rugosa (cu mezentere ipotetice); VII – Hexactinaria; A, B, C – perechi de mezentere secundare; d, e, f – perechi de mezentere terțiare; D – dorsal; DL – exocele dorsale; L – exocele laterale; VL – exocele ventro-laterale; 1, 2 ,3 – mezentere primare; 4, 5, 6 – ultimele mezentere; c. s. – contraseptum; s. al. – septe alare; s. c. – septum cardinal; s. l. a. – septe alare antipodale.

Din polipul intermediar cu opt sarcosepte a rezultat un polip cu 12 sarcosepte, care reprezintă *trunchiul comun zoantharian.* La acest polip, musculatura septală se dispune la exteriorul lojei dorsale dar şi ventrale iar în lojile laterale apare câte un sarcosept suplimentar, în total patru sarcosepte noi. Din acest polip intermediar, prin adăugarea a câte două perechi de sarcosepte în lojile latero-ventrale, a rezultat tipul intermediar *zoanthiniarian.* Din acest tip, prin adăugare de sarcosepte perechi în lojile laterale şi dezvoltarea de sclerosepte în interiorul lojilor, ar fi putut rezulta grupul Rugosa iar prin adăugare de sarcosepte perechi în toate cele şase loji primare şi dezvoltarea de sclerosepte în interiorul lojilor, ar fi putut rezulta tipul *scleractinian* (*hexactinarian*). Unii autori consideră că Scleractinia provine din Rugosa prin adăugarea de sarcosepte în lojile laterodorsale.

Originea simetriei radiare (*ciclomeria*) a scleractiniilor ar putea deriva din structura bilaterală a tetracoralilor sub forma unei *pseudociclomerii* de tipul celei întâlnite la *Pleurophyllum.* La acest gen, ordinea apariţiei septelor este cea de la tetracorali, dar reducerea lojilor de lângă septul antipodal a fost limitată, astfel că la lojile respective apar metasepte lungi prin care s-a ajuns la stadiul de *pseudociclomerie.* Din studiul fosilelor reiese că în Paleozoicul inferior stadiul de pseudociclomerie este scurt, în Paleozoicul superior acest stadiu este mai lung, iar în Mesozoic pseudociclomeria devine o *ciclomerie* adevărată. De aici ar rezulta că simetria radiară a scleractiniilor derivă din simetria bilaterală a tetracoralilor prin modificarea vitezei de creştere a aparatului septal. Acest lucru este sugerat de scleractinii mesozoice cum sunt *Pinacophyllum* (Triasic), *Amphiastrea* (Jurasic) etc., care combină caracteristici de tetracoral cu caracteristici de hexacoral. Şi astăzi există forme care poartă trăsături de bilateralitate în dispoziţia septelor.

O altă cale de evoluţie a trunchiului comun zoantharian ar fi apariţia separată a grupelor de zoanthari prin adăugarea de sarcosepte suplimentare: în două loji (Zoanthiniaria), în patru loji (Rugosa), în toate cele şase loji (*Scleractinia*). Se pare că Rugosa şi Scleractinia nu sunt grupe monofiletice iar Tabulata este un grup heterogen ale cărui relaţii cu celelalte antozoare sunt nesigure.

Paleoecologia antozoarelor. Se consideră că principalii factori care guvernează dezvoltarea coralilor actuali – salinitatea, adâncimea, lumina, natura substratului etc. – au avut un rol asemănător în dezvoltarea coralilor fosili (care pot fi utilizaţi ca fosile de facies).

Coralii recifali (hermatipici), în general coloniali, se dezvoltă de la suprafaţa bazinului până la circa 90 m adâncime, la o temperatură optimă de 25 - 29^0 C, salinitate normală ($36^0/_{00}$), lumină puternică, ape oxigenate şi bogate în

zooplancton, lipsite de impurităţi aduse de fluvii. Coralii rugoşi, cei tabulaţi şi primii hexacoralieri au fost constructori de recife şi au trăi în ape calde. În Silurian şi Devonian tabulaţii, şi mai puţin tetracoralii, au participat masiv la construcţiile recifale. Recifele au avut cea mai mare dezvoltare în Cretacic, când au fost construite de scleractinii. Cel mai mare edificiu recifal actual, Marea barieră de corali, care se întinde pe 3000 de kilometri în estul Australiei, a început să se formeze în Miocen. În ceea ce priveşte viteza de creştere, la scleractinii s-a constatat că scheletele mai dense cresc mai încet iar cele mai poroase cresc mai repede. Recifele actuale cresc cu o viteză medie de 0,5 – 3 cm pe an.

Coralii recifali au avut un *rol litogenetic* deosebit. Scleractiniile nu fixează numai carbonatul de calciu, ci şi cel de magneziu, dând naştere la calcare şi dolomite. Aceste depozite prezintă o stratificaţie confuză, recifele fosile aparând în terenurile erodate ca abrupturi stâncoase cu grote, defileuri şi strâmtori.

Coralii ahermatipici sunt exclusiv solitari şi trăiesc la adâncimi mari, de la 500 m până la 6000 m, la întuneric şi temperaturi scăzute (temperatura lor optimă este de 4 – 10^0 C dar pot suporta şi temperaturi de 1^0 C). Ei se cunosc din Jurasic.

Încrengătura MOLLUSCA

Moluştele sunt celomate cu corpul moale (lat. *mollis* - moale), în mod secundar nesegmentat, format din *cap*, *picior* şi *masă viscerală* (Fig. 90). Corpul are simetrie bilaterală care se pierde la gastropode prin torsiunea şi spiralizarea masei viscerale.

Capul este puţin diferenţiat la moluştele primitive şi scafopode, relativ distinct la gastropode şi bine dezvoltat la cefalopode; la bivalve capul lipseşte.

Piciorul este un organ musculos diferenţiat din musculatura peretelui ventral al corpului care, în mod primitiv, are forma de talpă. El s-a transformat mai mult sau mai puţin în funcţie de modul de viaţă adoptat de diferitele grupe de moluşte. Astfel, la moluştele primitive şi gastropode piciorul a rămas în formă de talpă, la scafopode are formă de ţăruş, la bivalve de lamă de topor iar la cefalopode s-a transformat într-o coroană de braţe dispuse la nivelul capului, în jurul gurii.

Masa viscerală cuprinde organele de nutriţie (digestive, circulaţie, excreţie, reproducere) şi ocupă o poziţie dorsală faţă de picior, dar la bivalve poate pătrunde parţial în acesta. Corpul este protejat, parţial sau total, de o *cochilie* calcaroasă secretată de *manta*. Mantaua, numită şi *pallium* (lat. *pallium*

- manta), este formată din unul sau două pliuri ale peretelui corpului care acoperă fie numai masa viscerală (ca la gastropode), fie întreg corpul (la bivalve). Între manta şi peretele corpului se găseşte o cavitate, primitiv ventrală şi posterioară, numită *cavitate palială*. Aici se găsesc branhiile şi orificiile unor organe interne: orificiul anal, excretoare şi genitale.

Majoritatea moluştelor respiră prin branhii dar, prin dispariţia lor secundară, respiraţia se poate realiza prin tegument (branhii secundare tegumentare, suprafaţa corpului, pereţii cavităţii paliale).

Moluştele prezintă un organ masticator specific numit *radulă* care constă într-o placă cuticularizată prevăzută cu numeroşi dinţi dispuşi în şiruri transversale situată pe o bază tare, de natură cartilaginoasă numită *odontofor*. Când odontoforul este tras în cavitatea bucală, dinţii radulei răzuie substratul. Radula are creştere continuă.

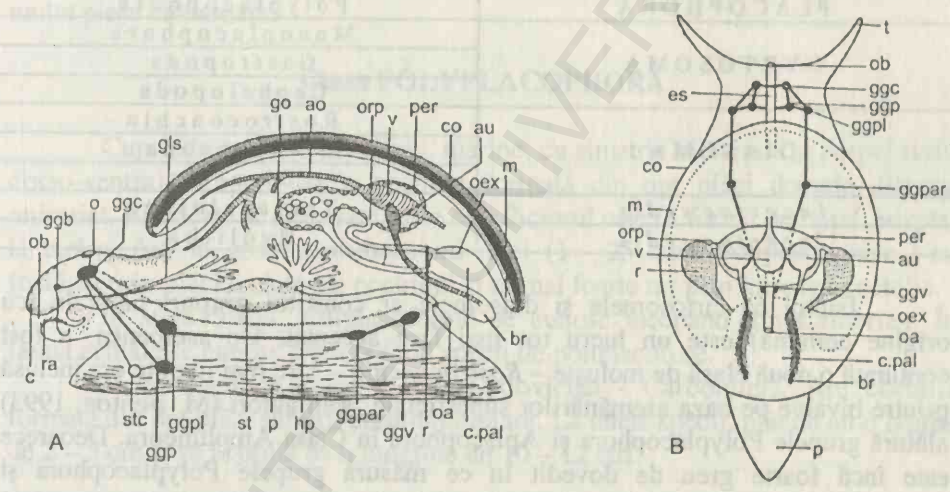


Fig. 90. Organizarea corpului la o moluscă primitivă (schemă) (după V. Radu, 1967). A – în secţiune sagitală; B – dorsal; ao – aortă; au – auricul; br – branhie; c - cap; co – cochilie; c. pal – cavitate palială; es – esofag; ggb – ganglion bucal; ggc – ganglion cerebroid; ggp – ganglion pedios; ggpar – ganglion parietal; ggpl – ganglion pleural; ggv – ganglion visceral; gls – glandă salivară; go – gonadă; hp – hepatopancreas; m – manta; o – ochi; oa – orificiu anal; ob – orificiu bucal; oex – orificiu excretor; og – orificiu genital; orp – orificiu renopericardic; p – picior; per – pericard; r – rinichi; ra – radulă; st – stomac; stc – statocist; t – tentacul; v – ventricul.

Moluştele sunt animale adaptate mediului marin, salmastru, dulcicol sau terestru.

Se cunosc circa 100 000 de specii de moluşte actuale şi peste 35 000 de specii fosile, moluştele fiind a doua încrengătură ca mărime după artropode.

Apărute în Cambrian, moluştele au cunoscut de-a lungul timpurilor geologice perioade de excepţională dezvoltare. Prezenţa cochiliei a permis fosilizarea şi utilizarea lor ca fosile caracteristice sau de facies.

Clasificare. Datele acumulate în ultimile decenii cu privire la diversitatea şi evoluţia moluştelor fosile au impus o reconsiderare a clasificării moluştelor în cele şapte Clase: Polyplacophora, Monoplacophora, Aplacophora, Gastropoda, Scaphopoda, Bivalvia şi Cephalopoda.

J. Pojeta şi B. Runnegar (1974) propun împărţirea încrengăturii Mollusca în patru subîncrengături (Tab. 3):

Tabelul 3. Clasificarea generală a moluştelor (după J. Pojeta şi B. Runnegar 1974)

Subîncrengătura	Clasa
ACULIFERA	Aplacophora
PLACOPHORA	Polyplacophora
CYRTOSOMA	Monoplacophora
	Gastropoda
	Cephalopoda
DIASOMA	Rostroconchia
	Scaphopoda
	Bivalvia
Incertae sedis	Tentaculoidea
Incertae sedis	Hyolitha

Faptul că cirtosomele şi diasomele ar constitui grupuri naturale (cu origine comună) este un lucru tot mai larg acceptat. De asemenea, a fost conturată o nouă clasă de moluşte – *Rostroconchia* – care mai înainte era inclusă printre bivalve pe baza asemănărilor superficiale. Unii autori (M. Benton, 1993) alătură grupele Polyplacophora şi Aplacophora în Clasa Amphineura. Deoarece este încă foarte greu de dovedit în ce măsură grupele Polyplacophora şi Aplacophora au evoluat independent din arhimoluşte sau dintr-o linie comună, în cele ce urmează vom adopta clasificarea lui J. Pojeta şi B. Runnegar.

Subîncrengătura ACULIFERA

Cuprinde moluşte lipsite de cochilie (în mod primar, se pare, după Stasek, 1972, Runnegar şi Pojeta, 1974, Yochelson, 1978).

Clasa APLACOPHORA

Aplacoforele sunt moluşte marine primitive cu simetrie bilaterală. Corpul are aspect vermoid, de mici dimensiuni (0,5 - 3 cm) şi lipsit de cochilie. În mantaua care protejează corpul sunt răspândiţi spiculi calcaroşi. La unele specii, larvele secretă şapte plăci calcaroase care dispar însă în stadiile următoare. După unii autori, această apariţie reprezintă un caracter ancestral, care aminteşte de metameria strămoşilor proanelidieni. Trăiesc până la 2300 m adâncime. Nu se cunosc în stare fosilă. În fauna actuală se cunosc circa 250 de specii de aplacofore.

Subîncrengătura PLACOPHORA

Sunt moluşte care în mod primar prezintă o cochilie formată din mai multe piese calcaroase.

Clasa POLYPLACOPHORA

Cuprinde moluşte primitive, marine, cu simetrie bilaterală şi corpul turtit dorso-ventral, acoperit de o cochilie formată din opt plăci dorsale dispuse uniseriat, imbricate şi articulate între ele. Piciorul este în formă de talpă, adaptat la târâre. Au, în general, dimensiuni mici (1 - 25 cm). Poliplacoforele s-au fosilizat prin plăci izolate ale cochiliei şi numai foarte rar prin întreaga cochilie.

În stare fosilă, poliplacoforele se cunosc începând din Cambrian. În fauna actuală se cunosc circa 600 de specii de poliplacofore.

Helmintochiton (Fig. 91-C) (Ordovician - Carbonifer). Are cochilia formată din opt plăci subţiri, dreptunghiulare. La unele specii, plăcile au o lăţime de 2 – 5 cm şi se înşiruie pe o lungime de 10 – 12 cm.

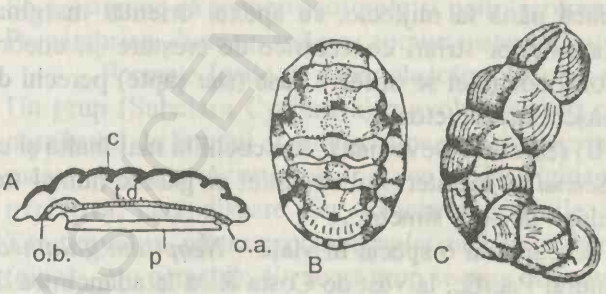


Fig. 91. Polyplacophora. A – schema organizării la *Chiton*; B – cochilia de *Chiton* văzută dorsal; C – *Helminthochiton* (Carbonifer) (A şi B din V. Barbu, 1968; C din L. Davitaşvili, 1956); c – cochilie; o. a. – orificiu anal; o. b. – orificiu bucal; t. b. – tub digestiv.

Trachypleura (Triasic mediu). Este o formă mică, de numai 17 mm lungime, de la care se cunoaşte numai tiparul intern al şirului de plăci.

Genul actual *Chiton* (Fig. 91-A, B) datează din Neogen. Din Miocenul din Oltenia este cunoscut *C. miocaenicus.*

Subîncrengătura CYRTOSOMA

Cuprinde moluşte cu cochilia reprezentată de o singură piesă, conică sau răsucită, de regulă, planspiral. Cochilia cu o singură deschidere a forţat răsucirea tubului digestiv în formă de U şi poziţionarea anusului anterior, în apropierea orificiului bucal.

Cyrtosomele grupează trei clase: Monoplacophora (ca forme primitive) alături de Gastropoda şi Cephalopoda (ca forme derivate).

Clasa MONOPLACOPHORA

Cuprinde moluşte marine primitive, de talie mică, cu simetrie bilaterală şi urme de metamerie în alcătuirea corpului. Cochilia este conică, aplatizată, formată dintr-o singură placă, de unde se trage şi denumirea grupului. Structura cochiliei cuprinde cele trei straturi întâlnite la moluşte: periostracum, ostracum şi hipostracum, secretate de marginea mantalei.

Reprezentanţii fosili, cunoscuţi numai din Cambrian - Devonian, au trăit în mări epicontinentale (mări puţin adânci).

Scenella (Fig. 92-D) (Cambrian - Devonian). Are o cochilie conică, cu apexul central şi arcuit spre partea anterioară. Aceasta prezintă la exterior striuri concentrice de creştere şi striuri sau coaste radiare, iar la interior un cerc de impresiuni musculare contigue. Este reprezentată prin numeroase specii din Europa, America de Nord şi Asia de Sud-Est.

Tryblidium (Fig. 92-C) (Cambrian superior – Silurian, Europa, America de Nord). Are o cochilie mică până la mijlocie, cu apexul orientat marginal anterior. Cochilia prezintă la exterior striuri concentrice de creştere şi, uneori, falduri radiare late; în interiorul cochiliei se observă şase (sau şapte) perechi de impresiuni musculare (ale muşchilor retractori).

Cyrtonella (Fig. 92-B) (Silurian-Devonian). Are cochilia mai înaltă şi cu apexul mai arcuit decât la *Scenella.* În interiorul cochiliei se găsesc numai trei perechi de impresiuni musculare, dispuse simetric.

În anul 1952 a fost descoperită o specie în viaţă – *Neopilina galatheae* (Fig. 92-A) – în apele Oceanului Pacific, la vest de Costa Rica la adâncimea de 3570 m. La această specie în viaţă, un interes deosebit îl prezintă cochilia embrionară tipic helicoidală, formată dintr-o spiră şi jumătate, ceea ce reprezintă o preadaptare la spiralizarea caracteristică gastropodelor. Cochilia adultă are

apexul excentric, situat către marginea anterioară a cochiliei, caracter ce denotă o uşoară asimetrie.

Asemănarea cochiliilor monoplacoforelor fosile cu cele ale gastropodelor Bellerophontacea sugerează originea gastropodelor în grupul monoplacoforelor.

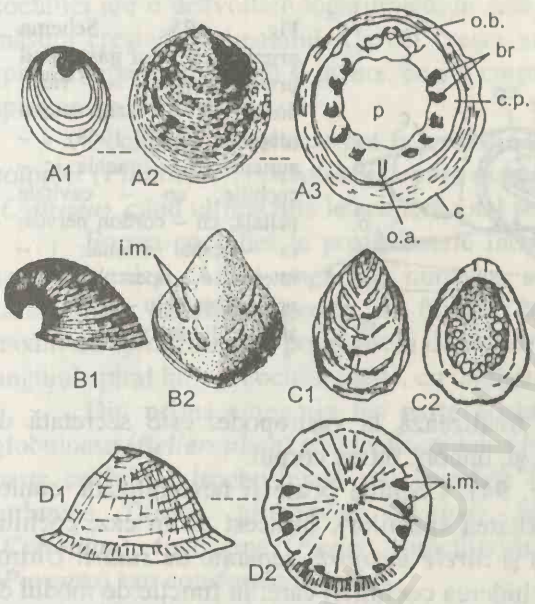


Fig. 92. Monoplacophora. A – *Neopilina*: A1 – porţiunea apicală a cochiliei cu spira larvară; A2 – dorsal; A3 – ventral; B – *Cyrtonella*: B1 – lateral; B2 – mulaj intern văzut dorsal; C – *Tryblidium reticulatum*: C1 – dorsal; C2 – intern; D – *Scenella*: D1 – lateral; D2 – intern (A, B şi D din E. Hanganu şi colab., 1983; C din E. Manoliu şi M. Orbocea, 1981); br – branhii; c – cochilie; c.p. - cavitate palială; i.m. – impresiuni musculare; o. a. – orificiu anal: o. b. – orificiu bucal; p – picior.

Filogenie. Referitor la relaţiile filogenetice ale monoplacoforelor, remarcăm faptul că torsiunea cochiliei embrionare de la *Neopilina* ca şi arcuirea apexului formelor fosile pledează pentru înrudirea lor cu gastropodele inferioare. Se presupune că monoplacoforele şi poliplacoforele au evoluat paralel, încă din Precambrian, dintr-un strămoş comun metamerizat.

Formele fosile de monoplacofore se pare că au evoluat în două direcţii. Un grup (Subclasa Cyclomya) a evoluat spre o cochilie planspirală, reducerea numărului de branhii şi a muşchilor retractori, prin dezvoltarea în sens vertical a masei viscerale. Acest grup ar putea sta la originea gastropodelor. O altă direcţie evolutivă, care dispare din documentele fosile încă din Devonian (Subclasa Tergomya), a păstrat cochilia aplatizată şi numărul mare de muşchi retractori (cinci – opt perechi); din acest grup se pare că provine genul actual *Neopilina*.

Clasa GASTROPODA

Această clasă cuprinde moluşte marine, dulcicole sau terestre, cu corpul asimetric, piciorul în formă de talpă şi cochilia, unică, în general spiralizată (Fig. 93). La nivelul faringelui este prezentă radula.

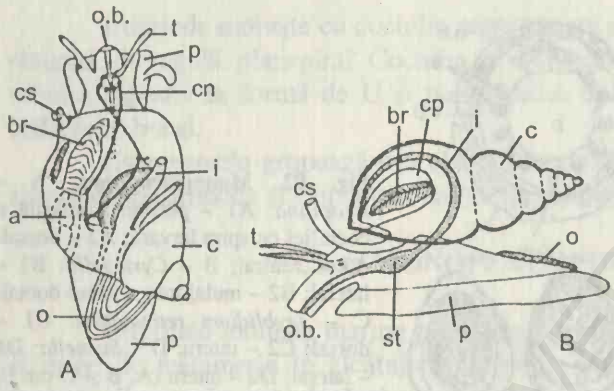


Fig. 93. Schema organizării unui gastropod prosobranchiat. A – văzut dorsal; B – văzut lateral (după V. Barbu, 1968); a – auricul; br – branhie; c – cochilie; cp – cavitate palială; cn – cordon nervos; cs – canal sifonal; i – intestin; o – opercul; o. b. – orificiu bucal; p – picior; st – stomac; t – tentacule.

Cochilia, partea care se fosilizează la gastropode, este secretată de manta şi protejează masa viscerală şi, uneori, întreg corpul.

Morfologia cochiliei (Fig. 94). Cochilia poate fi nespiralizată, conică (*Patella)* sau spiralizată (la majoritatea speciilor). În acest ultim caz, cochilia prezintă la exterior un *apex* (vârf) şi *turele de spiră,* separate de *suturi.* Ultima tură de spiră poartă *apertura* (deschiderea cochiliei) care, în funcţie de modul de înrulare, poate fi *dextră* sau *senestră.* Marginea aperturii se numeşte *peristom* şi este alcătuită dintr-o buză externă (*labrum*) şi o buză internă columelară (labium). Peristomul poate fi continuu – *holostom* – sau discontinuu – *sifonostom.* În această ultimă situaţie, există un jgheab sau canal sifonal (inhalant) la partea anterioară şi un canal parietal (exhalant) la partea opusă. Aceste jgheaburi protejează sifoanele formate de manta: anterior, sifonul inhalant sau branhial, iar la extremitatea opusă sifonul posterior sau exhalant. La unele genuri vechi, holostome (*Pleurotomaria, Euomphalus, Bellerophon* etc.), peristomul prezintă pe labrum o tăietură sau fantă prin care apa iese din camera branhială. Această fantă, numită *pleurotomariană*, este în legătură cu tubul anal prin care iese apa care spală branhiile şi îndepărtează dejecţiile; ea se acoperă pe măsură ce animalul creşte, rămânând pe suprafaţa cochiliei ca o dungă caracteristică.

Prin răsucirea cochiliei, pereţii interni ai turelor se sudează şi formează un stâlp axial răsucit numit *columelă*, vizibil în secţiune axială prin cochilie. În cazul când turele nu se ating în regiunea axială de spiralizare, nu se formează

columela ci rămâne un spaţiu gol numit *ombilic*; acesta este foarte larg la unele cochilii trochospirale largi (*Solarium*) sau discoidale (*Planorbis*). La unele genuri (*Nerinea*), cochilia se îngroaşă formând adevărate ornamentaţii ale pereţilor interni.

Spiralizarea poate fi *dextră,* când se face de la stânga la dreapta pornind de la apex, sau *senestră,* când se face de la dreapta la stânga. Spiralizarea cochiliei are o dezvoltare logaritmică, în care lărgimea turei creşte progresiv pe măsura creşterii animalului. Cu cât creşte mai repede diametrul turei, cu atât spira are mai puţine ture şi invers, cu cât creşte mai puţin diametrul turei, cu atât spira are mai multe ture.

Cochiliile spiralizate pot fi: *evolute*, când turele se ating şi sunt vizibile complet (*Planorbis*), *convolute* (*Conus*) când turele se acoperă parţial şi *involute* (*Cypraea*), când ultima tură le acoperă total pe celelalte.

Forma cochiliei se poate înscrie într-un unghi cu deschidere mai mare sau mai mică. Acest unghi se numeşte *unghi spiral* (sau *apical*) şi este caracteristic diferitelor genuri. În funcţie de mărimea unghiului spiral şi de modul de spiralizare, se pot deosebi două categorii de cochilii: cochilii joase, cu unghiul spiral larg şi cochilii înalte, cu unghiul spiral mic.

Din prima categorie fac parte cochiliile înrulate planspiral, involute, globuloase (*Bellerophon*) şi cele discoidale (*Planorbis*). Din a doua categorie fac parte cochiliile trochospirale sau spiralate helicoidal: trochiforme (*Trochus*), turbinate *Turbo*), globuloase (*Natica*), turiculate (*Turritella*), piramidate (*Cerithium*), fusiforme (*Fusus*), subcilindrice sau pupiforme (*Pupa*), ovoide (*Purpura*) sau coniforme (*Conus*).

Alte tipuri de cochilii sunt următoarele: cel al cochiliei cu înrulare neregulată (*Vermetus*); pateliform (*Patella*), care rezultă printr-o creştere foarte rapidă a ultimei ture şi, în acelaşi timp, o derulare a cochiliei; auriculat (*Haliotis*), datorat vieţii în stare fixată pe stânci.

Dezvoltarea cochiliei începe printr-un stadiu conic, care se va spiraliza în perioada embrionară. Cochilia embrionară spiralată – *protoconca* – diferă uneori de cochilia adultă. După sensul spiralizării şi orientarea axului protoconcii faţă de axul spiralizării turelor efebice, există următoarele tipuri de protoconcă (Fig. 95):

- *ortostrof* (*homeostrof*), cel mai frecvent, când sensul spiralizării protoconcii coincide cu cel al cochiliei adulte;
- *heterostrof*, mult mai rar, când sensul spiralizării protoconcii este invers faţă de spiralizarea cochiliei adulte;
- *aloiostrof*, când axul protoconcii face un unghi de 90^0 cu axul cochiliei.

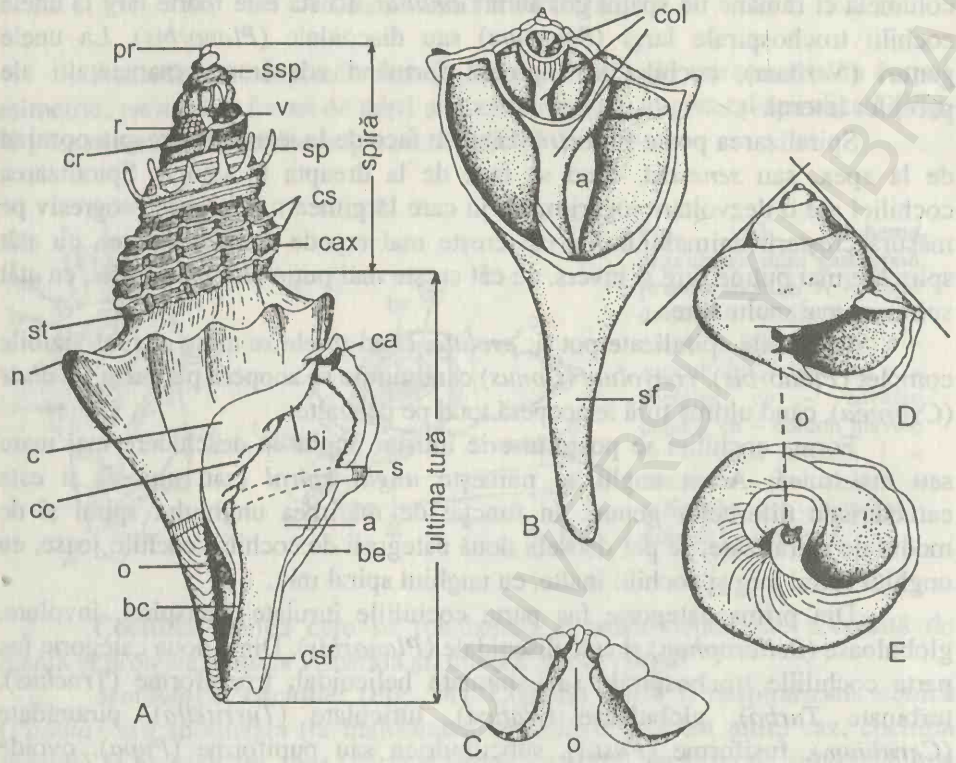


Fig. 94. Morfologia cochiliei la gastropode. A – morfologie externă; B – cochilie sifonostomă în secțiune verticală; C – secțiune printr-o cochilie ombilicată; D – unghiul spiral; E – baza cochiliei (după V. Barbu, 1968); a – apertura; bc – buza columelară; be – buza externă; bi – buza internă; c – calozitate; ca – canal axial; cax – coaste axiale; col – columelă; cr – carenă; cs – coaste spirale; csf – canal sifonal; n – nod; o – ombilic; pr – protoconcha; r – ornamentație reticulată; s – sinus; sf – sifon; sp – spini; st – sutura; ssp – striuri spirale.

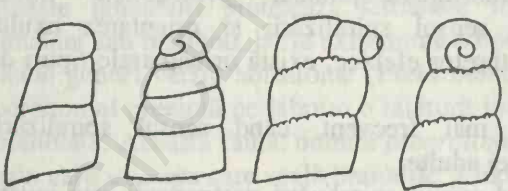


Fig. 95. Tipuri de protoconcă (după V. Barbu, 1968); A – ortostrof, B – aloiostrof, C și D – heterostrof.

Fig. 96. Structura cochiliei la gastropode (după V. Barbu, 1968). p – periostracum; e – strat extern pseudoprismatic; m – strat median încrucişat; i – strat intern

Structura cochiliei (Fig. 96). Cochilia, predominant aragonitică, prezintă în structura ei, ca la toate moluştele, trei straturi:

- *periostracum*, la exterior, cuticular, nu se păstrează prin fosilizare;

- *ostracum*, stratul mijlociu, porţelanos, este constituit la exterior din pseudoprisme aragonitice dispuse perpendicular sau oblic pe suprafaţa cochiliei iar spre interior din pseudoprisme asociate în lamele cu structură încrucişată;

- *hipostracum*, la interior, cu aspect fie sidefos (când lamele aragonitice se încrucişează cu lamele de conchiolină), fie porţelanos (când lamele aragonitice sunt dispuse paralel într-o pătură mai groasă).

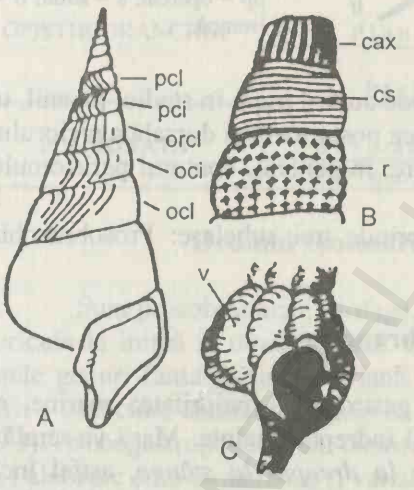


Fig. 97. Elemente de ornamentaţie la gastropode (din E. Hanganu şi colab., 1983). A – striuri de creştere; B – tipuri de coaste; C – varice; cax – coaste axiale; cs coaste spirale; oci – opistocirt; ocl – opistoclin; orcl – ortoclin; pci – prosocirt; pcl – prosoclin; r – ornamentaţie reticulată; v – varice.

Ornamentaţia cochiliei este foarte variată (Fig. 97). Există cochilii netede numai cu striuri fine de creştere şi cochilii cu ornamentaţii puternice reprezentate de carene, coaste, noduri, solzi, spini. Pentru gastropodele fosile *striurile de creştere* sunt considerate un criteriu important în clasificarea acestora. Acestea pot fi continue sau întrerupte şi orientate diferit: NV-SE – *procline*; N-S – *ortocline*; NE-SV – *opistocline*. Uneori, unele din dungile de creştere sunt îngroşate, dând o ornamentaţie de tip axial sau transvers. Când îngroşarea acestor dungi este exagerată şi se prelungeşte de la o tură la următoarea, cochilia posedă *varice*. La alte gastropode, ornamentaţia constă din dungi paralele cu suturile, numite *longitudinale* sau *spirale*. Prin suprapunerea celor două tipuri de ornamentaţie, la întretăiere, se formează noduri, la unele genuri dezvoltaţi ca spini.

În dezvoltarea filogenetică a diferitelor grupe de gastropode se poate urmări cum ornamentaţia se complică progresiv la formele mai evoluate. O

complicare progresivă a ornamentației se manifestă și în dezvoltarea ontogenetică a cochiliilor, la care protoconca și primele ture ale spirei sunt netede sau mai slab ornamentate decât ultimele.

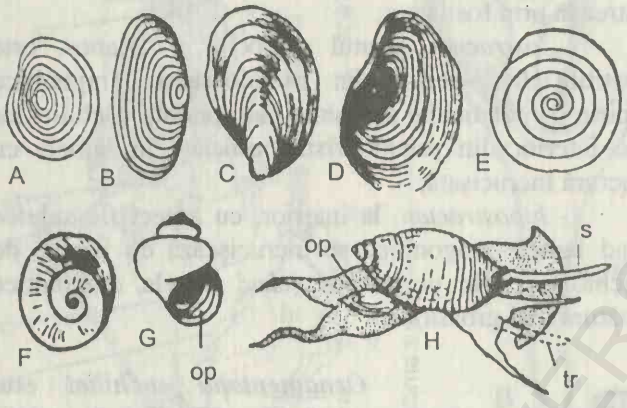


Fig. 98. Opercule la gastropode (A, B, C, E din L. Davitașvili, 1956; D, F, G, H după L. Moret, 1953, din E. Hanganu și colab., 1983); A – *Cerithium*; B – *Buccinum*; C – *Murex*; D – *Ampullaria*; E – *Trochus*; F – opercul spiralat de *Turbo*; G - *Viviparus* – cochilie cu opercul; H – *Hinia* (= *Nassa*) *semistriata*, cu operculul vizibil pe picior; op – opercul; s – sifon; tr – trompă.

Operculul. Cele mai multe gastropode au, cel puțin în stadiul juvenil, un opercul cornos sau calcaros, secretat de partea posterioară și dorsală a piciorului, cu rol de închidere a cochiliei. Operculul are, în general, conturul peristomului (Fig. 98).

Clasificare. Clasa Gastropoda cuprinde trei subclase: Prosobranchia, Opisthobranchia și Pulmonata.

Subclasa Prosobranchia

Cuprinde cel mai mare grup de gastropode, majoritatea marine, cu branhiile situate înaintea inimii și cu vârful îndreptat înainte. Masa viscerală a suferit un proces de *torsiune cu 180° de la dreapta la stânga*, astfel încât organele complexului palial sunt aduse anterior; totodată, intestinul se îndoaie în formă de U și se deschide prin anus la partea anterioară, în apropiere de cap. Pe lângă torsiune, masa viscerală a suferit și un proces de *spiralizare* care s-a realizat în ambele sensuri, de la stânga la dreapta și invers. În urma acestor transformări, corpul a devenit *asimetric*. Toate aceste procese au avut ca finalitate adaptativă deblocarea cavității paliale, situată inițial posterior, de sub presiunea masei viscerale.

Prosobranhiatele sunt cunoscute din Cambrian și sunt bine reprezentate în fauna actuală (circa 57000 de specii).

Clasificare. Importanță paleontologică prezintă două ordine: Diotocardia și Monotocardia.

Tabelul 4. Clasificarea gastropodelor prezentate în text (Clasa Gastropoda)

Subclasa	Ordinul	Familia
PROSOBRANCHIA	Diotocardia (Archaeogastropoda)	Belerophontidae, Euomphalidae, Pleurotomariidae, Patellidae, Trochidae, Turbinidae, Neritidae, Murchisoniidae
	Monotocardia	Mesogastropoda: Viviparidae, Hydrobiidae, Turritellidae, Vermetidae, Trajanellidae, Cerithidae, Melanopsidae, Naticidae, Rostellariidae, Aporrhaidae Neogastropoda: Nerineidae, Muricidae, Buccinidae, Fusidae, Olividae, Pleurotomidae, Conidae
OPISTHOBRANCHIA	Pleurocoela	Actaeonellidae, Ringiculidae, Acteocinidae
	Pteropoda	Spiratellidae, Cavolinidae
PULMONATA	Basommatophora	Lymnaeidae, Valenciennidae, Planorbidae
	Stylommatophora	Helicidae, Clausilidae

Ordinul Diotocardia (Archaeogastropoda)

Sunt prosobranhiate fitofage, cu două branhii (ctenidii bipectinate), două auricule la inimă şi două nefridii. Cochilia, cu peristom holostom, prezintă la unele genuri fanta pleurotomariană. Radula este de tip ripidoglos, prezentând serii a câte cinci denticuli dispuşi în evantai (gr. *rhipis*, *rhipidos* – evantai) (Fig. 99-J). Arheogastropodele sunt cunoscute din Cambrian până în timpurile actuale. În Paleozoic erau numeroase şi variate.

Diotocardele sunt în marea lor majoritate specii marine. Foarte puţine au migrat în ape dulci şi pe uscat, dând naştere la o familie de melci tereştri operculaţi. Modul de hrănire este microfag. Sexele sunt separate dar indivizii nu copulează, fecundaţia fiind externă (ouăle sunt depuse în membrane protectoare).

Familia Belerophontidae. Cochilia înrulată plan-spiral prezintă ombilic mic. Posedă una sau mai multe impresiuni musculare columelare.

Bellerophon (Fig. 99-A) (Ordovician - Permian). Are o cochilie sferică sau discoidală, înrulată simetric plan-spiral, ultima spiră acoperind pe toate celelalte; deschiderea, largă, prezintă fanta pleurotomariană ce se poate urmări

sub forma unei dungi mărginite de carene pe tura de spiră. Pe suprafață se pot găsi striuri fine sau coaste transversale care se întrerup în dreptul carenei.

Familia Euomphalidae. Cochilia este de formă discoidală cu ombilic larg. Porțiunea inițială, părăsită de animal, este separată de restul cochiliei prin septe.

Euomphalus (Fig. 99-B) (Silurian - Permian). Are cochilia discoidală cu unghiul spiral atingând uneori și 180°, cu ombilicul foarte larg, și o carenă dezvoltată în dreptul fantei pleurotomariene. A cunoscut o mare dezvoltare în Paleozoic.

Familia Pleurotomariidae. Cochilie, în general de aspect trochiform, cu fantă pleurotomariană, acoperită treptat printr-o carenă sinusară. Striurile de creștere sunt prevăzute cu sinus în dreptul carenei. Cuprinde numeroase genuri grupate în subfamilii, unele fiind cunoscute din Cambrian.

Pleurotomaria (Fig. 99-C) (Triasic - Actual). Are cochilia conică, trochiformă, turbinată sau chiar discoidală. Peristomul holostom, prezintă fanta pleurotomariană adâncă în buza externă. Ornamentația constă în tuberculi robuști situați simetric în raport cu carena. Astăzi se mai găsește în Marea Antilelor și în Marea Japoniei. În Jurasicul de la Hârșova este prezentă *P. babeauana.* Din Eocenul Transilvaniei se cunoaște specia *P. concava.*

Familia Patellidae. Cochilie pateliformă prevăzută cu un strat extern de calcit și unul intern de aragonit. Unele genuri se cunosc din Silurian.

Patella (Fig. 99-D) (?Cretacic superior - Eocen - Actual). Are o cochilie conică, cu contur circular sau oval. Apexul este situat subcentral și ușor curbat anterior. Suprafața externă este ornamentată de coaste radiare, rareori fiind netedă. Apertura, largă, are marginea simplă sau dințată. Din Triasicul de la Dârste este cunoscută *P. coronensis.*

Familia Trochidae. Cochilii trochiforme sau subglobuloase holostome.

Trochus (Fig. 99-E) (Miocen - Actual). Are cochilia conică, cu spire puține și ornamentată variat, cu coaste longitudinale și tuberculi. Partea bazală a cochiliei este adâncită formând un fals ombilic plată. Apertura este holostomă, de formă semicirculară. Este un gen caracteristic pentru Sarmațian (*T. podolicus*).

Familia Turbinidae. Cochilii turbinate cu apertură circulară și bază convexă.

Turbo (Fig. 99-F) (Triasic - Sarmațian - Actual). Are cochilia conic-ascuțită (turbinată), cu circumvoluții largi; peristomul, holostom, este aproape circular. Prezintă un opercul calcaros caracteristic. Este reprezentat prin numeroase specii, mai ales în Sarmațian; *T. (Barbotella) barboti* este un subgen din Sarmațianul regiunii subcarpatice.

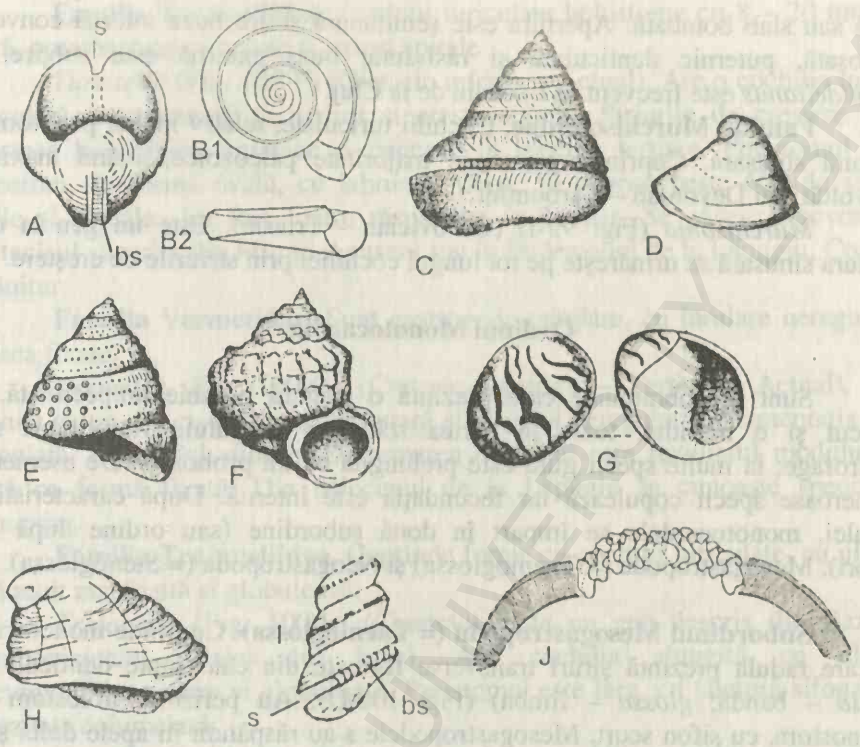


Fig. 99. Diotocaria. A – *Bellerophon*; B – *Euomphalus*; C – *Pleurotomaria subscalaria*; D – *Patella*; E – *Trochus*; F – *Turbo*; G – *Teodoxus (Calvertia) stefănescui*; H – *Velates schmidelianus*; I – *Murchisonia subsulcata*; J – unul din rândurile transversale ale radulei unui diotocard (*Gibbula cineraria*) (A-H din V. Barbu, 1968; I din N. Şuraru, 1977; J din L. Davitaşvili, 1956); bs – bandeletă sinusară; s – sinus.

Familia Neritidae. Cochilii neombilicate de forme variate: globuloasă până la pateliformă. Buza internă dreaptă, adesea este denticulată. Diferte genuri se cunosc din intervalul Triasic - Actual.

Neritina (Permian - Actual). Este un gen reprezentat prin forme mici, de apă salmastră sau dulce, cu cochilia hemisferică, buza internă răsfrântă şi uneori dinţată, cea externă tăioasă. La unele specii se menţine coloraţia violet-brună. Din Sarmaţianul de la Bohotin provine *N. rumana*.

Theodoxus (Fig. 99-G) (Terţiar - Actual). Se deosebeşte de genul precedent prin cochilia subţire, oblic-ovală, cu buza columelară netedă. Gen foarte frecvent în Pliocenul din Subcarpaţi.

Velates (Fig. 99-H) (Cretacic superior - Eocen), de talie mai mare decât genul precedent, are cochilia conică, cu ultima spiră foarte dezvoltată şi cu baza

plată sau slab bombată. Apertura este semilunară şi are buza internă convexă, îngroşată, puternic denticulată şi răsfrântă; buza externă este subţire. *V. schmidelianus* este frecvent în Eocenul de la Cluj.

Familia Murchisoniidae. Cochilii turiculate, relativ înalte, peristom cu tăietura sinusară. Cuprinde genuri în majoritate paleozoice, având maximul dezvoltării în Devonian – Carbonifer.

Murchisonia (Fig: 99-I) (Ordovician - Triasic). Este un gen la care tăietura sinusară se urmăreşte pe tot lungul cochiliei prin striurile de creştere.

Ordinul Monotocardia

Sunt prosobranhiate care prezintă o singură branhie unipectinată, un auricul şi o nefridie, toate în partea stângă a corpului. Majoritatea sunt macrofage; la multe specii gura este prelungită cu un proboscis. De asemenea, numeroase specii copulează iar fecundaţia este internă. După caracteristicile radulei, monotocardele se împart în două subordine (sau ordine după unii autori): Mesogastropoda (= Taenioglossa) şi Neogastropoda (= Stenoglossa).

Subordinul Mesogastropoda (= Taenioglossa). Cuprinde monotocarde la care radula prezintă şiruri transverse formate din câte şapte denticuli (gr. *tainia* – bandă; *glossa* – limbă) (Fig. 100-O). Au peristom holostom sau sifonostom, cu sifon scurt. Mesogastropodele s-au răspândit în apele dulci şi pe uscat (sunt operculate).

Familia Viviparidae. Cuprinde gastropode cu cochilie turbinată, adaptate la viaţa dulcicolă. Cele actuale sunt vivipare.

Viviparus (= Paludina) (Carbonifer - Actual). Are o cochilie conică, netedă sau prevăzută cu una sau două carene pe fiecare tur de spiră (Fig. 100-A, B, C). Peristomul este holostom, oval. Operculul cornos prezintă striuri concentrice. Duc viaţă dulcicolă. Prezintă numeroase specii caracteristice pentru Pliocen. La noi în ţară se cunosc circa 20 de specii pliocene, din care menţionăm: *V. rumanus* (Fig. 100-C), cu cochilia mare şi globuloasă, *V. bifarcinatus* (Fig. 100-B), cu o carenă şi un şanţ şi *V. dezmanianus* (Fig. 100-A), cu o carenă superioară puternică şi una inferioară, mai puţin dezvoltată.

Familia Hydrobiidae. Sunt forme de dimensiuni mici care trăiesc în ape salmastre sau dulci. Permian – Actual.

Hydrobia (Fig. 100-E) (Jurasic superior - Actual). Este un gastropod de talie mică cu cochilie alungită, conic-ascuţită, turiculată, netedă, alcătuită din cinci – şase ture separate prin suturi adânci. Trăieşte în ape dulci, de mică adâncime. Din Meoţian este citată specia *H. vitrella* iar din Ponţian, *H. spicula.*

Familia Turritellidae. Cochilii turriculate holostome cu 8 – 20 ture de spiră, ornamentate cu coaste şi striuri spirale.

Turritella (Fig. 100-F) (Cretacic inferior - Actual). Are o cochilie înaltă, turriculată, ornamentată cu striuri şi creste spirale. Striurile de creştere sunt sinuoase la speciile cretacice şi concave la speciile terţiare. Peristomul este holostom, de formă ovală, cu labrumul tăios. Se cunosc peste 600 de specii fosile şi actuale. Au fost foarte răspândite în Terţiar. Se găsesc frecvent în Cretacicul superior din Munţii Apuseni sau în Badenianul de la Lăpugiu, Coastei şi Buitur.

Familia Vermetidae. Sunt gastropode tubulare, cu înrulare neregulată, adesea fixate.

Vermetus (Fig. 100-G) (Cretacic superior – Terţiar – Actual). Are cochila ca un tub cu secţiunea circulară şi răsucită neregulat. Ornamentaţia este reticulată. Operculul subţire. Deformarea cochiliei este rezultatul modului de viaţă ca formă fixată. Din Miocenul de la Lăpugiu se cunoaşte specia *V. arenarius.*

Familia Trajanellidae. Cuprinde forme cu cochilii turriculate, cu ultima tură mult mai înaltă şi globuloasă.

Trajanella (Fig. 100-L) (Cretacic). Este un gen descris din Bazinul Dâmbovicioarei (Valea lui Ecle). Are cochilia alungită cu ultima circumvoluţiune mare şi globuloasă. Peristomul este larg, cu tăietură sifonală şi calozitate columelară.

Familia Cerithidae. Sunt gastropode cu cochilii turriculate ornamentate cu tuberculi dispuşi în şiruri longitudinale şi transversale. Columelă cu una, două coaste columelare şi peristom cu scurt canal sifonal. Trăiesc în ape marine şi salmastre.

Cerithium (Fig. 100-D) (Cretacic - Actual). Are cochilia turriculată, formată dintr-un număr mare de spire, şi ornamentată cu noduri sau tuberculi dispuşi în şiruri longitudinale. Peristomul este sifonostom cu sifonul scurt şi adeseori recurbat. Labrumul este îngroşat şi uşor dilatat. A dat numeroase fosile caracteristice, mai ales pentru Sarmaţian. Formele de apă salmastră au fost separate în genul *Potamides.*

Campanile (Fig. 100-H) (Maastrichtian - Actual). Este un gastropod de talie mare, cu cochilie turriculată, ornamentată cu coaste transversale şi, deseori, cu cordoane tuberculate situate la partea superioară a turelor de spiră. Peristomul, sifonostom, prezintă unul sau două pliuri columelare şi un pliu parietal.

Familia Melanopsidae. Cochilii de formă ovoidă sau turriculată, cu sifon scurt şi canal posterior. Buza internă răsfrântă.

Melanopsis (Fig. 100-J) (Cretacic - Actual). Este un gastropod de apă dulce şi caldă cu cochilia turiculată, netedă sau ornamentată cu coaste axiale; ultima circumvoluţiune mai înaltă decât toate celelalte. Peristomul este tăiat de două sifoane mici iar buza columelară este răsfrântă ca o calozitate, caracteristică. La noi se găseşte în Eocenul din Argeş, în Panonianul din Bazinul Beiuşului, ca şi în alte formaţiuni pliocene de apă dulce.

Familia Naticidae. Cochilii globuloase, netede, larg ombilicate, cu peristom semicircular.

Natica (Fig. 100-N) (Cretacic superior - Actual). Are o cochilie globuloasă, hemisferică, netedă, cu ultima tură foarte mare care înglobează turele anterioare; peristomul este holostom, semicircular sau oval. Buza internă este îngroşată, nedinţată, dreaptă sau sinuoasă. Operculul este calcaros sau cornos, excentric. Sunt frecvente în Miocenul de la Costei, Biutur.

Familia Rostellariidae. Cochilia este turiculată sau fusiformă, cu buza externă aliformă, nedigitată. Au în general dimensiuni mari.

Rostellaria (Fig. 100-K) (Cretacic superior - Actual). Are cochilia, în general, fusiformă, netedă. Apertura este îngustă, cu prelungiri sifonale şi calozitate columelară; labrumul este gros, extins pe ultimul tur şi cu marginea crenelată. Frecventă în Eocenul de la Cluj.

Familia Aporrhaidae. Cochiliile au aspect variat: conic, turiculat sau fusiform şi sunt caracterizate prin buza externă aliformă digitată.

Harpagodes (Fig. 100-M) (Jurasic - Cretacic). Are o cochilie conică, de talie mare, cu spira destul de înaltă; ultimul tur de spiră este mai dezvoltat. Apertura este îngustă şi alungită; labrul este prelungit prin ţepi cu aspect digitat. Turele de spiră sunt ornamentate de coaste spirale, corespunzătoare digitaţiilor.

Aporrhais (Fig. 100-I) (Jurasic - Actual). Are o cochilie conică, înaltă, turiculată, cu turele de spiră uşor bombate; ultima spiră, mai înaltă, acoperă parţial spirele anterioare. Peristomul este îngust, prevăzut în partea anterioară cu un canal. Buza internă este îngroşată şi răsfrântă; labrumul este digitat la adulţi.

Subordinul Neogastropoda (= Stenoglossa). La aceste monotocarde pe radulă se găsesc şiruri transverse a câte trei denticuli (gr. *stenos* – îngust). Au peristom sifonostom, cu sifon, în general, lung. Gura se prelungeşte, la majoritatea formelor, cu un tub sifonal. Sunt carnivore.

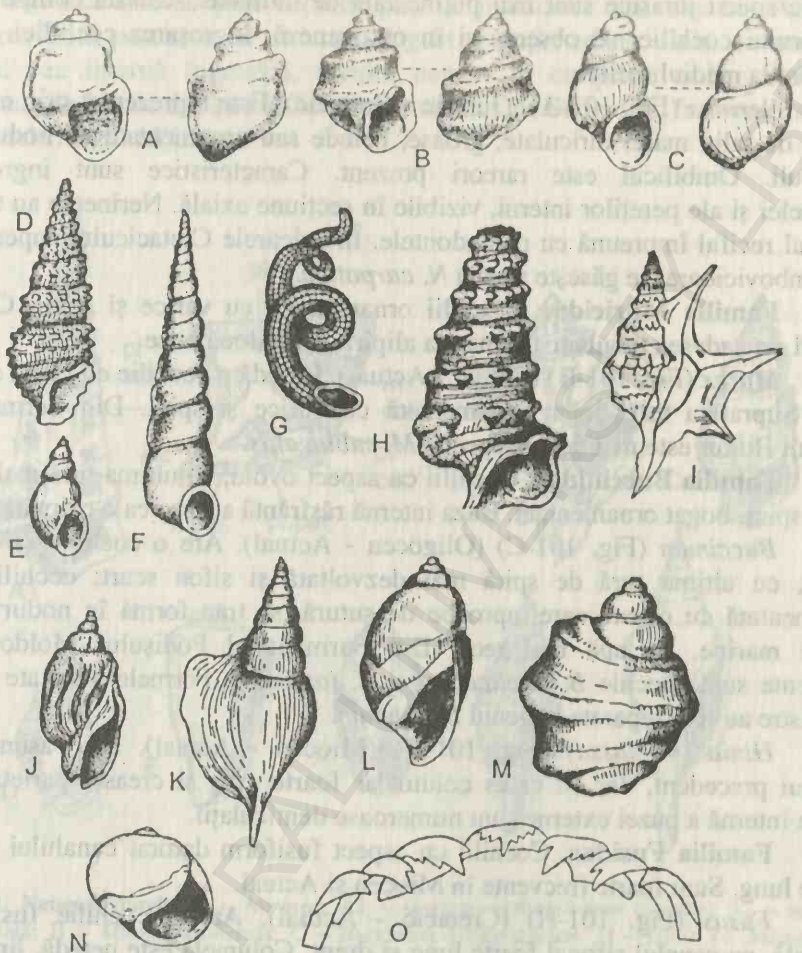


Fig. 100. Mesogastropoda. A-C – *Viviparus*: A – *V. dezmanianus*, B – *V. bifarcinatus*; C – *V. rumanus*; D – *Cerithium mitrale*; E – *Hydrobia vitrella*; F – *Turritella*; G – *Vermetus intorta*; H – *Campanile giganteum*; I – *Aporrhais*; J – *Melanopsis soubeirani*; K – *Rostellaria columbaria*; L – *Trajanella fadaltensis*; M – *Harpagodes (Pterocera) oceani*; N – *Natica*; O – radula tenioglosă (A-H și J-O din V. Barbu, 1968; I din E. Hanganu și colab., 1983).

Familia Nerineidae. Cochilii turiculate cu numeroase ture și cu sifon scurt, ornamentate cu granulații sau tuberculi. Lângă linia de suturã, de-a lungul cochiliei, se observă o suprafață îngustă – *bandeletă suturală* – caracteristică. În interior, de-a lungul cochiliei sunt dezvoltate creste situate pe columelă și pe pereții laterali. Aceste creste sunt considerate un caracter evolutiv deoarece la

primele specii jurasice sunt mai puține față de ultimele. Această complicare a interiorului cochiliei se observă și în ontogeneză. Îngroșarea cochiliei este o adaptare la mediul recifal.

Nerinea (Fig. 101-A) (Jurasic - Cretacic). Este reprezentat prin cochilii înalte, de talie mare, turiculate, groase, netede sau ornamentate cu noduri sau tuberculi. Ombilicul este rareori prezent. Caracteristice sunt îngroșările columelei și ale pereților interni, vizibile în secțiune axială. Nerineele au trăit în faciesul recifal împreună cu pahiodontele. În calcarele Cretacicului superior de la Dâmbovicioara se găsește specia *N. carpatica.*

Familia Muricidae. Cochilii ornamentate cu varice și spini. Canalul sifonal este adesea tubular ca urmare a alipirii celor două buze.

Murex (Fig. 101-B) (Terțiar - Actual). Posedă o cochilie cu canal sifonal lung. Suprafața este bogat ornamentată cu varice și spini. Din Sarmațianul regiunii Buitur este menționată specia *M. sublavatus.*

Familia Buccinidae. Cochilii cu aspect ovoid, cu ultima tură mai înaltă decât spira, bogat ornamentate. Buza internă răsfrântă adesea ca o calozitate.

Buccinum (Fig. 101-C) (Oligocen - Actual). Are o cochilie cu aspect ovoid, cu ultima tură de spiră mai dezvoltată și sifon scurt; cochilia este ornamentată cu coaste care, aproape de sutură, se transformă în noduri. Sunt forme marine, de apă mai rece. Din Sarmațianul Podișului Moldovenesc frecvente sunt speciile *B. duplicatum* și *B. iassiense.* Formele adaptate la ape salmastre au fost separate în genul *Dorsanum.*

Hinia (= *Nassa*) (Fig. 101-D) (Miocen - Actual). Este asemănător genului precedent, dar cu calus columelar foarte gros și creastă parietală. Pe partea internă a buzei externe sunt numeroase denticulații.

Familia Fusidae. Cochilii cu aspect fusiform datorat canalului sifonal foarte lung. Sunt foarte frecvente în Miocen și Actual.

Fusus (Fig. 101-H) (Cretacic - Actual). Are o cochilie fusiformă, alungită, cu canalul sifonal foarte lung și drept. Columela este netedă, lipsită de pliuri columelare. Suprafața externă este ornamentată cu striuri transversale și, uneori, de tuberculi dispuși perpendicular pe turul de spiră. Din Miocenul de la Lăpugiu este cunoscută specia *F. longirostris* iar din Miocenul de la Bahna, *F. bilineatus.*

Familia Olividae. Cochilii ovoid-alungite, netede, cu calozitate columelară. Spira este scurtă în raport cu ultima circumvoluțiune.

Oliva (Eocen - Actual). Are cochilia groasă, cu peristom alungit; calozitatea columelară are îndoituri oblice. Speciile recente, care trăiesc în mări calde, au cochilia frumos colorată.

Ancillaria (Fig. 101-F) (Cretacic - Actual). Are cochilia ovoidă, cu ultima spiră dezvoltată. Suturile turelor sunt mascate de o pătură porțelanoasă

foarte lucioasă care acoperă cochilia până la jumătatea ultimului tur. Apertura este prevăzută posterior cu un canal îngust şi puţin adânc. Buza externă este simplă, cea internă îngroşată, arcuită concav şi cu pliuri oblice slabe. În Miocenul de la noi din ţară (Lăpugiu), mai ales în Badenian, frecvent întâlnită este specia *A. glandiformis*.

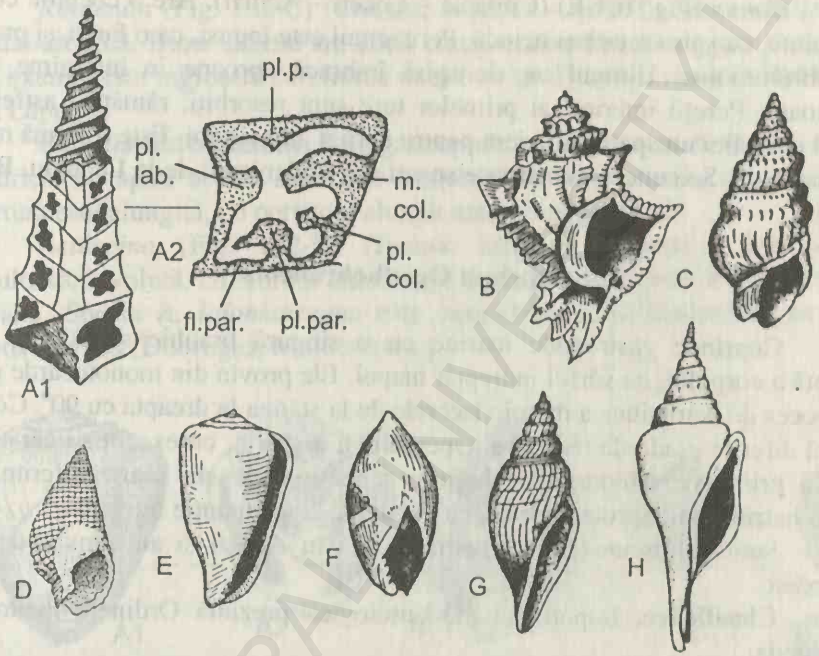


Fig. 101. Neogastropoda. A – *Nerinea*: A1 – secţiune verticală prin cochilie; A2 – secţiune transversală; B – *Murex turonensis*; C – *Buccinum bessarabicum*; D – *Hinia (= Nassa)*; E – *Conus*; F – *Ancillaria glandiformis*; G – *Pleurotoma prisca*; H – *Fusus* (A1-C şi E-F din V. Barbu, 1968; A2 din E. Manoli şi M. Orbocea, 1981; D din R. Riedl, 1963); fl. par. – flexură parietală; m. col. – margine columelară; pl. lab. – pliu labial; pl. p. – pliul plafonului; pl. par - pliu parietal.

Familia Pleurotomidae. Se aseamănă cu fusidele prin aspectul fusiform şi ornamentaţie, dar se deosebesc de acestea prin prezenţa unei tăieturi ca un sinus, în apropiere de sutură, care aminteşte de fanta pleurotomariană. Numeroase genuri şi specii sunt frecvente din Miocen.

Pleurotoma (Fig. 101-G) (Paleocen - Actual). Are o cochile fusiformă ornamentată cu dungi, coaste sau noduri. Ultimul tur de spiră atinge jumătate din lungimea totală a cochiliei. Canalul sifonal este mai scurt decât la *Fusus*. Buza externă prezintă o ştirbitură care aminteşte de fanta pleurotomariană, observată

prin striurile de creştere sinuoase. În Miocenul de la Lăpugiu se găseşte specia *P. cataphracta*

Familia Conidae. Cuprinde gastropode cu cochilia convolută, neornamentată, cu spiră scurtă, conică, ultima tură îmbrăţişând pe cele anterioare. Apertura este în formă de fantă. De regulă, peretele interior al părţii iniţiale este fie foarte subţire, fie resorbit.

Conus (Fig. 101-E) (Cretacic – Eocen – Actual). Are o cochilie conică, convolută, cu spira scurtă şi netedă. Peristomul este îngust, ca o fantă, şi prezintă un labrum tăios. Ultimul tur de spiră îmbracă aproape în întregime turele anterioare. Pereţii interiori ai primelor ture sunt resorbiţi, rămânâd astfel spre vârful cochiliei un spaţiu suficient pentru corpul animalului. Este o formă marină de apă caldă. Se cunosc numeroase specii din Badenianul de la Lăpugiu, Bahna, Beiuş.

Subclasa Opisthobranchia

Cuprinde gastropode marine cu o singură branhie situată pe latura dreaptă a corpului, cu vârful îndreptat înapoi. Ele provin din monotocarde printr-un proces de detorsiune a masei viscerale de la stânga la dreapta cu 90°. Cochilia suferă diferite grade de reducere. Operculul a dispărut, cu excepţia unei singure familii primitive. Modurile de hrănire şi locomoţie sunt foarte diferite. Sunt specii hermafrodite proterandrice, cu copulaţie şi fecundaţie internă.

Sunt cunoscute din Carbonifer până în Actual şi au atins apogeul în Mesozoic.

Clasificare. Importanţă paleontologică prezintă Ordinele Pleurocoela Pteropoda.

Ordinul Pleurocoela

Cuprinde forme marine, de mică adâncime, cu cochilii convolute, în general groase.

Familia Actaeonellidae. Cuprinde gastropode cu cochilii involute şi aspect ovoid. Apertura este fantiformă cu marginea externă tăioasă. Buza columelară are una până la trei coaste.

Actaeonella (Fig. 102-A, B) (Cretacic). Are o cochilie globuloasă, groasă, cu ultima spiră foarte mare. Peristomul este îngust şi alungit ca o fantă; buza internă prezintă trei creste columelare. Suprafaţa este netedă sau ornamentată cu striuri transversale, paralele. Acest gen este prezent în faciesul recifal alături de hipuriţi. Specia *A. gigantea* (Cretacic superior) (Fig. 102-A) se

găseşte în număr mare în Munţii Apuseni la Vidra (rezervaţia Dealul cu Melci). Specia *A. lamarcki* (Fig. 102-B) a fost descrisă din Cretacicul de la Hunedoara.

Itruvia (= *Transsylvanella*) (Cretacic), asemănătoare genului precedent, se caracterizează printr-o singură creastă columelară.

Familia Ringiculidae. Cochilii mici, groase, cu creastă columelară şi sifon scurt.

Ringicula (Fig. 102-C) (Cretacic superior - Actual). Are cochilia mică, ovoidal-ascuţită. Buza internă are două creste columelare şi un pliu parietal iar buza externă este îngroşată sub forma unui burelet. Este frecventă în Badenianul de la Lăpugiu.

Familia Acteocinidae. Sunt gastropode cu cochilie mică, globuloasă sau cilindrică, cu spira scurtă sau chiar înglobată în ultima tură care o acoperă. Apertura este alungită, cu peristom alungit anterior şi posterior.

Acteocina (Fig. 102-D) (Jurasic inferior - Actual). Are cochilia globuloasă, involută, cu labrum îndoit spre interior. Ultima tură le înglobează pe celelalte. Specia *A. lajonkaireana* este caracteristică Sarmaţianului cu facies nisipos-marnos (Dobrogea, Moldova etc.).

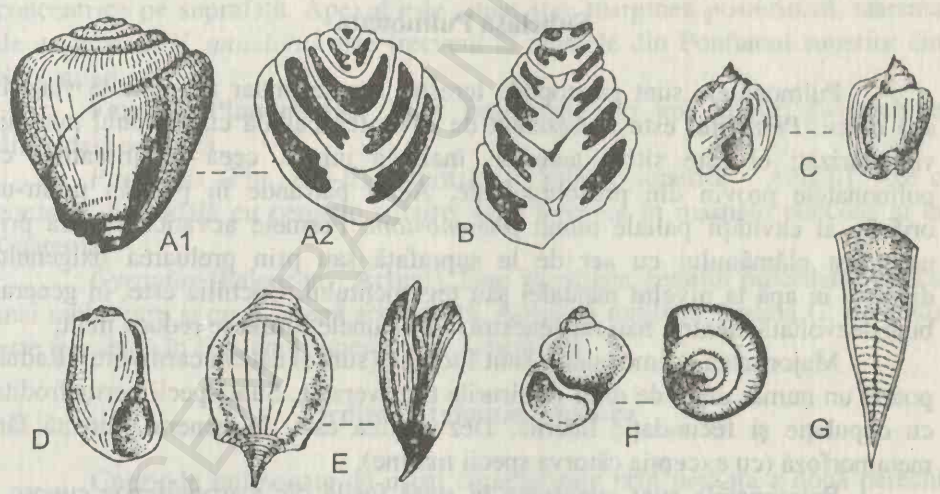


Fig. 102. Opisthobranchia. A – *Actaeonella gigantea*: A1 – faţa aperturală; A2 – secţiune verticală; B – *Actaeonella lamarcki* (secţiune); C – *Ringicula buccinea*; D – *Acteocina lajonkaireana*; E – *Cavolinia*; F - *Spiratella nucleata*; G – *Clio (= Balantium) meniliticum* (A-D şi F-G din V. Barbu, 1968; E din E. Hanganu şi colab., 1983).

Ordinul Pteropoda

Sunt opistobranhiate marine pelagice, de talie mică, cu piciorul transformat în două prelungiri aliforme care servesc la înot (gr. *pteron* – aripă, *pous*, *podos* - picior). Cochilia se reduce până la dispariție.

Familia Spiratellidae. Cochilii helicoidale senestre, de talie mică, cu ultima tură mai mare.

Spiratella (Fig. 102-F) (Eocen - Pliocen). Are o cochilie foarte mică, subțire, globuloasă, spiralată helicoidal și senestră. Sunt frecvente în stratele tortoniene din regiunea subcarpatică (depozitele Paratethysului).

Familia Cavolinidae. Cuprinde gastropode cu cochilii conice sau piramidale, alungite, ornamentate adeseori cu coaste longitudinale, șanțuri sau striații transversale fine.

Clio (= Balantium) (Fig. 102-G) (Cretacic superior - Actual). Are o cochilie conică alungită, turtită lateral, cu o carenă mediană. Este cunoscut din Oligocenul de lângă Brașov și Piatra-Neamț, precum și din Badenianul din Oltenia (Rudina).

Subclasa Pulmonata

Pulmonatele sunt gastropode terestre sau secundar adaptate la viața în apă dulce. *Plămânul* este reprezentat de cavitatea palială cu plafonul puternic vascularizat; el este situat anterior, înaintea inimii, ceea ce înseamnă că pulmonatele provin din prosobranhiate. Aerul pătrunde în plămân printr-un orificiu al cavității paliale numit *pneumostom*. Formele acvatice respiră prin umplerea plămânului cu aer de la suprafață sau prin preluarea oxigenului dizolvat în apă la nivelul mantalei sau tegumentului. Cochilia este, în general, bine dezvoltată, dextră, mai rar senestră, dar la unele forme se reduce mult.

Majoritatea pulmonatelor sunt fitofage (sunt și câteva carnivore). Radula poartă un număr mare de dinți pe șirurile transversale. Sunt specii hermafrodite, cu copulație și fecundație internă. Dezvoltarea este, în general, directă fără metamorfoză (cu excepția câtorva specii marine).

Pulmonatele sunt cunoscute în stare fosilă din Carbonifer și cunosc o dezvoltare progresivă până în prezent. Faune mai bogate se întâlnesc în unele depozite de apă dulce din Malm iar primele apariții în masă de pulmonate terestre se cunosc din Cretacicul superior. În Terțiar, pulmonatele sunt foarte abundente iar în Actual înregistrează cel mai mare număr de specii. Pulmonatele au evoluat, probabil, din mesogastropode.

Clasificare. Pulmonatele se clasifică în două ordine: Basommatophora și Stylommatophora.

Ordinul Basommatophora

Cuprinde pulmonate care s-au adaptat la viața acvatică dulcicolă, caracterizate prin prezența unei singure perechi de tentacule, cu ochii situați la baza lor (gr. *basis* – bază; *omma* – ochi; *phoros* – care poartă). Se întâlnesc în sedimente de apă dulce, începând din Jurasic.

Familia Lymnaeidae. Sunt pulmonate de apă dulce cu cochilia helicoidală și apertura oval-alungită.

Lymnaea (Fig. 103-A) (Jurasic - Actual), forma cea mai comună, are o cochilie turiculată dextră, ovală, netedă, subțire. Ultima spiră este mai dezvoltată. Apertura este largă, ovoidală, cu labrum tăios.

Physa (Fig. 103-B) (Jurasic - Actual). Are o cochilie fusiformă, turiculată, neornamentată, subțire, asemănătoare cu cea de *Lymnaea* dar senestră.

Familia Valenciennidae. Acestea au cochilia pateliformă disimetrică, cu apex subcentral, și o îndoitură posterioară pentru pneumostom.

Valenciennius (Fig. 103-C) (Miocen superior - Pliocen mediu). Are o cochilie, subțire, pateliformă, cu înălțime mică, ornamentată cu valuri concentrice pe suprafață. Apexul este situat spre marginea posterioară, marcată de un jgheab. *V. annulatus* este frecvent în marnele din Ponțianul superior din Subcarpați.

Familia Planorbidae. Sunt pulmonate de apă dulce cu cochilie discoidală senestră.

Planorbis (Fig. 103-E) (?Jurasic - Cretacic superior - Actual). Are o cochilie discoidală cu peretele subțire. Este frecvent în marnele pliocene și în Cuaternar.

Gyraulus (Paleocen - Actual). Este asemenea genului precedent, dar cu mai multe ture și cu o carenă accentuată. Apertura rombică. Specia *G. rumanus* este frecventă în Dacianul superior din Subcarpați.

Ordinul Stylommatophora

Cuprinde pulmonate de uscat caracterizate prin preznța a două perechi de tentacule retractile iar ochii se găsesc în vârful tentaculelor mari (gr. *stylos* – coloană, stâlp; *omma* – ochi; *phoros* – care poartă). Sunt aproape în totalitate forme terestre și de aceea mai puține s-au păstrat în sedimente. Cele mai vechi genuri datează din Carboniferul superior.

Familia Helicidae. Sunt pulmonate terestre cu cochilia spirală, înaltă sau globuloasă.

Helix (Fig. 103-F) (Cretacic superior - Oligocen-Actual). Are o cochile globuloasă, dextră, cu ultima tură foarte dezvoltată. Peristomul este holostom, semicircular, oval sau circular. Ombilicul este acoperit. Specia *H. (Plebecula) ramondi* caracterizează Oligocenul superior iar specia *H. mrazecii* – Meoțianul.

Familia Clausilidae. Se caracterizează prin cochilia pupiformă, turiculată, cu numeroase circumvoluții. Adesea prezintă coaste columelare și peristom dințat. Duc viață terestră.

Clausilia (Fig. 103-D) (Eocen - Actual). Are o cochilie pupiformă, cu numeroase ture (9 - 14). Buza internă prezintă coaste columelare de care se fixează o piesă operculiformă mobilă numită *clausilium* ce servește la închiderea cochiliei când animalul se retrage în interiorul ei. Spiralizarea cochiliei este fie dextră, fie senestră. Se găsesc în loessul cuaternar.

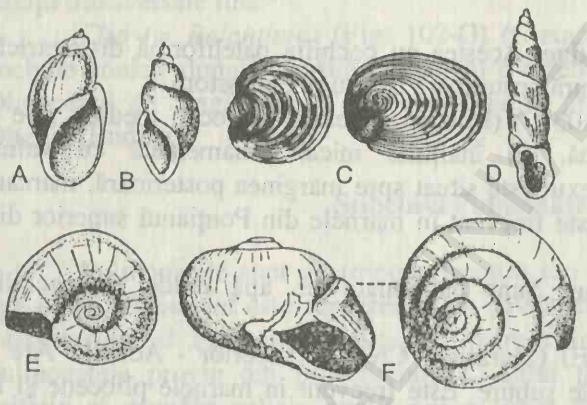


Fig. 103. Pulmonata. A – *Lymnaea pachygaster*; B – *Physa*; C – *Velenciennius*; D – *Clausilia edmondi*; E – *Planorbis*; F – *Helix mrazecii* (A, B, D, E, F din V. Barbu, 1968; C din E. Hanganu și colab., 1983).

Distribuția stratigrafică a gastropodelor (Fig. 104). În stare fosilă, gastropodele sunt cunoscute începând din Cambrian (Bellerophontacea și Pleurotomariacea). În Ordovician apare marea majoritate a archaeogastropodelor, precum și primele mesogastropode. În Paleozoicul inferior, foarte numeroși sunt tentaculiții (*Tentaculites*) și hioliții (*Hyolithes*), reprezentați prin cochilii cilindro-conice ornamentate (asemănătoare cu cele ale ortocerilor) și care au o poziție sistematică incertă, fiind de regulă incluși printre gastropodele pteropode. Din Carbonifer se cunosc primele opisthobranchiate și pulmonate. Începând cu Triasicul, gastropodele cunosc o mare dezvoltare ce a continuat până în prezent. În Mesozoic se dezvoltă mesogastropodele și neogastropodele, dominante în Jurasic. Din Cretacicul superior și Terțiar domină mesogastropodele, în special cele sifonostome, reprezentate prin diferite familii: Loxonematacea, Cerithiacea, Littorinacea, Strombacea, Volutacea, Conacea etc., și pulmonatele.

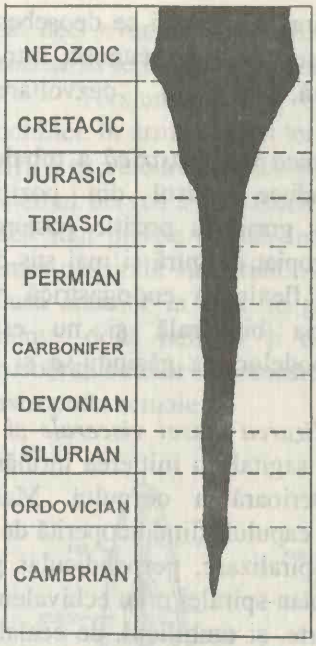


Fig. 104. Distribuţia stratigrafică a gastropodelor (bazat pe House, în G. Krumbiegel şi H. Walther, 1984).

Originea şi evoluţia gastropodelor. Pe baza analizei planului general de organizare a corpului, originea gastropodelor se pare că este comună cu cea a monoplacoforelor, într-un strămoş comun metamerizat din Precambrian. Se apreciază că primele gastropode au fost microfage, apoi au apărut cele fitofage (încă din Cambrianul superior) şi cele carnivore (la sfârşitul Paleozoicului).

Teorii privind asimetria gastropodelor. Evoluţia gastropodelor presupune câteva schimbări majore ale planului de organizare a moluştelor ancestrale: dezvoltarea unui cap, transformarea cochiliei dintr-un scut dorsal într-un dispozitiv de retragere a corpului, torsiunea masei viscerale.

Comparativ cu alte moluşte, precum chitonii şi bivalvele, gastropodele deşi păstrează piciorul ancestral în formă de talpă pentru târâre, sunt mult mai mobile şi mai bine cefalizate. În mod primitiv, capul gastropodelor purta o pereche de tentacule cu câte un ochi la baza lor. Cochilia gastropodelor este o spirală asimetrică ce funcţionează mai mult ca un *dispozitiv portabil de retragere a corpului* decât ca un scut protector. Pentru a obţine protecţie, animalul nu este dependent de fixarea pe substrat tare. Schimbarea formei cochiliei a presupus, mai întâi, o creştere a cochiliei în înălţime şi o reducere a aperturii astfel încât scutul a devenit *con* (Fig. 107-A-B). Cochilia con avea unele dezavantaje: ea era greu de transportat şi, totodată, făcea dificilă explorarea crăpăturilor pentru hrană şi adăpost. Acest inconvenient a fost evitat prin *spiralizarea cochiliei* deasupra capului pe măsură ce aceasta devenea tot mai înaltă şi mai conică.

Asimetria este o caracteristică a gastropodelor moderne şi s-a realizat în decursul evoluţiei pornind de la forme cu simetrie bilaterală. Ea este o consecinţă a torsiunii pe care o suferă visceropallium în raport cu cephalopodium şi afectează cochilia, tubul digestiv, complexul paleovisceral (cu reducerea organelor de pe o latură) şi conectivele sistemului nervos. În timpul dezvoltării ontogenetice se observă cum, la un moment dat, masa viscerală suferă o torsiune cu 180^0 faţă de poziţia iniţială (Fig. 105).

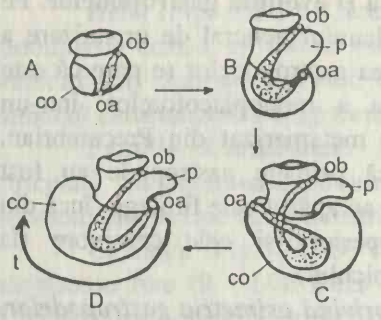


Fig. 105. Torsiunea masei viscerale în ontogeneza gastropodelor (A-D) (după L. Moret, 1940); co – cochilie; oa – orificiu anal; ob – orificiu bucal; p - picior; t – sensul torsiunii.

În realizarea asimetriei se deosebesc trei etape, procese care se recunosc, într-o anumită măsură, şi în dezvoltarea ontogenetică:

1. *Flexiunea endogastrică* a tubului digestiv care aduce anusul din poziţie posterioară, opus gurii, în poziţie postero-ventrală, mai apropiat de gură şi mai sus de nivelul acesteia; flexiunea endogastrică nu modifică simetria bilaterală şi nu este specifică gastropodelor, ea găsindu-se şi la cefalopode.

2. *Spiralizarea masei viscerale şi a cochiliei* în plan sagital cu iniţierea înrulării spre partea anterioară a corpului. Masa viscerală s-a răsucit treptat şi s-a „adunat" deasupra capului, fiind acoperită de o cochilie planspirală simetrică bilateral. Axul de spiralizare, perpendicular pe planul sagital, fiind homopolar, cele două feţe ale plan-spiralei erau echivalente şi identice, fără să fie diferenţiate apexul, de o parte, şi ombilicul, de cealaltă parte a cochiliei (Fig. 107-C-I). Răsucindu-se de la bază spre vârf, prima tură a cochiliei este de fapt cea aperturală iar ultima cea de la apex, adică invers cum sunt numerotate în descrierile de morfologie a cochiliei la gastropode. Remarcăm totodată că spiralizarea s-a făcut invers ca la cefalopode. La acestea răsucirea începe cu camera embrionară, deci cu spira internă, pe când la gastropode răsucirea s-a realizat în filogeneză de la tura externă spre cea internă, la cochiliile plan-spirale, sau spre apex la cele helicone.

Primele cochilii au fost *planspirale*, fiind simetrice bilateral, cu fiecare spiră situată complet în afara celeilalte, asemenea unui furtun care stă încolăcit pe sol (Fig. 107-C-I). Evoluţia unei cochilii asimetrice a fost un eveniment ulterior.

3. *Torsiunea* cu 180^0 de la dreapta la stânga a complexului paleo-visceral (printr-o etapă cu 90^0) a reprezentat cea mai importantă modificare a planului de organizare a gastropodelor (Fig. 106-C, Fig. 107-H). Spiralizarea cochiliei şi torsiunea sunt două fenomene care s-au produs independent în evoluţia gastropodelor. O ipoteză susţine că torsiunea masei viscerale a avut loc înaintea spiralizării (Fig. 106). Alte opinii, sprijinite şi de date paleontologice, consideră că mai întâi a avut loc spiralizarea şi apoi torsiunea (Fig. 107).

Dacă masa viscerală este privită dorsal, atunci torsiunea ei s-a realizat cu 180^0 de la dreapta la stânga. Datele paleontologice sugerează că *cochilia planspirală a evoluat înaintea torsiunii*. Torsiunea şi spiralizarea cochiliei au

fost deci evenimente evolutive independente. Este însă posibil însă ca aceste procese să se fi declanşat concomitent.

Torsiunea a fost o schimbare mult mai profundă decât spiralizarea cochiliei. În urma acestei torsiuni, cavitatea palială, branhiile, anusul şi cele două orificii excretoare ocupă o poziţie anterioară, în spatele capului. Tubul digestiv şi sistemul nervos s-au răsucit în formă de U (conectivele cerebro-viscerale apar, dacă sunt privite dorsal, încrucişate în forma literei X). În schimb, cochilia a rămas o spirală simetrică. Această organizare post-torsiune cu cavitatea palială adusă anterior în care se găsesc două branhii funcţionale cu vârful îndreptat înainte, două nefridii şi două auricule la nivelul inimii este caracteristică prosobranhiatelor diotocarde (archeogastropodele) – cele mai primitive gastropode actuale.

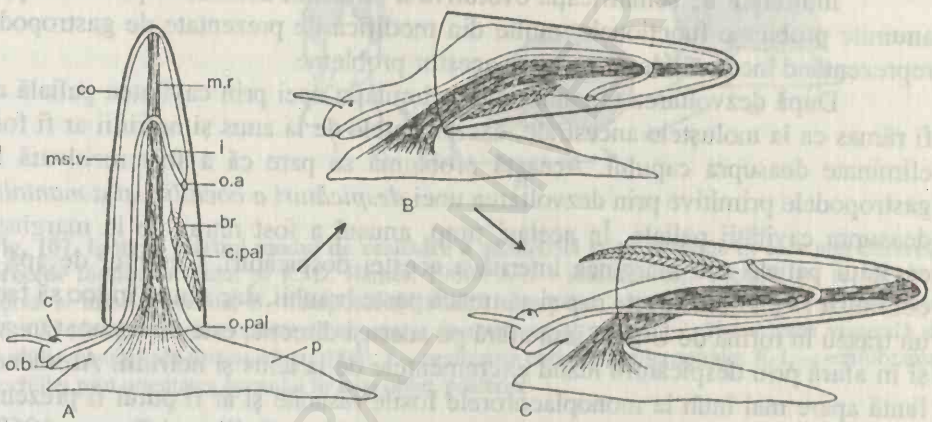


Fig. 106. Ipoteză privind modul de realizare a asimetriei la gastropode în care torsiunea precede spiralizarea (după V. Radu, 1967). A – stadiu în care masa viscerală se dezvoltă sub forma unui con visceral iar tubul digestiv suferă o flexiune în jos; B – stadiu în care conul visceral se înclină posterior, blocând cavitatea palială; C – stadiu în care conul visceral se torsionează cu 180^0 de la dreapta la stânga; br – branhie; c – cap; co – cochilie; c. pal. – cavitate palială; i – intestin; m. r. – muşchi retractor; m. v. – masă viscerală; o. a. – orificiu anal; o. b. – orificiu bucal; o. p. – orificiu palial.

Torsiunea nu este doar un eveniment evolutiv ipotetic deoarece ea apare în embriogeneza gastropodelor actuale. Larva prezintă la început simetrie bilaterală şi apoi brusc suferă o răsucire ca rezultat al creşterii asimetrice a celor doi muşchi retractori. În ceea ce priveşte semnificaţia torsiunii, deşi sunt mai multe opinii, nici una nu are o largă accepţiune. O serie de autori au postulat că torsiunea reprezintă o adaptare a larvei la protecţia capului (Garstang, 1928; Ghiselin, 1966). Alţi autori consideră că torsiunea a fost o adaptare a adultului la

protecția capului și la utilizarea curentului de apă în partea anterioară a corpului ca fiind mai avantajoasă animalului. Stasek (1972) consideră că torsiunea a permis retractarea capului, mult dezvoltat, și a evoluat probabil în linia moluștelor care au dus spre gastropode (este vorba de monoplacofore). La aceste forme cochilia planspirală era mai înaltă și prezenta o apertură mult mai redusă decât cochilia descrisă la moluștele ancestrale ipotetice. Numărul mușchilor retractori a început să se reducă la o singură pereche iar aceștia erau inserați pe cochilie într-o poziție mult posterioară.

Aducerea cavității paliale lateral și apoi anterior a oferit un spațiu suplimentar pentru retragerea capului când animalul se retracta. Mai mult, cavitatea palială și osfradiumul (organ senzorial) au putut primi apa *frontal* și nu în spatele corpului.

Indiferent de semnificația evolutivă a torsiunii, aceasta se pare că a pus anumite probleme funcționale, multe din modificările prezentate de gastropode reprezentând încercări de rezolvare a acestor probleme.

După dezvoltarea torsiunii, dacă circulația apei prin cavitatea palială ar fi rămas ca la moluștele ancestrale, excrementele de la anus și nefridii ar fi fost eliminate deasupra capului. Această problemă se pare că a fost rezolvată la gastropodele primitive prin dezvoltarea unei *despicături a cochiliei și a mantalei* deasupra cavității paliale. În același timp, anusul a fost retras de la marginea cavității paliale sub marginea internă a acestei despicături. Curentul de apă a continuat să pătrundă peste cap și să treacă peste branhii, dar acum, în loc să facă un traseu în formă de U și să iasă afară pe aceeași direcție, este direcționat în sus și în afară prin despicătură luând excrementele de la anus și nefridii. Asemenea fantă apare mai întâi la monoplacoforele fosile răsucite și ar fi putut fi prezentă la strămoșii gastropodelor ca preadaptare la torsiune (Rollins și Batten, 1968). Ipoteza torsiunii este aplicată unui gastropod care prezintă deja o cochilie planspirală simetrică. O asemenea formă ancestrală nu este întru totul ipotetică, deoarece există specii fosile vechi cu cochilii planspirale simetrice (Bellerophontacea) care prezintă o despicătură în lungul muchiei medio-dorsale anterioare a cochiliei. Despicătura indică linia mediană a cavității paliale.

4. Trecerea de la spiralizarea într-un singur plan la *spiralizarea în mai multe plane* (Fig. 107-J). Cochilia plan-spirală are dezavantajul de a nu fi foarte compactă. Deoarece fiecare tur se așează complet în exteriorul celui precedent, diametrul cochiliei poate deveni relativ mare. Problema a fost rezolvată prin evoluția unei răsuciri asimetrice în care spirele să fie așezate mai jos una față de alta, în jurul axei centrale numită *columelă*. O asemenea cochilie (helicospirală) este relativ compactă și globulară, deși spira poate fi foarte lungă. Acest fapt a constituit o economie de spațiu și realizarea unei cochilii mai globuloase.

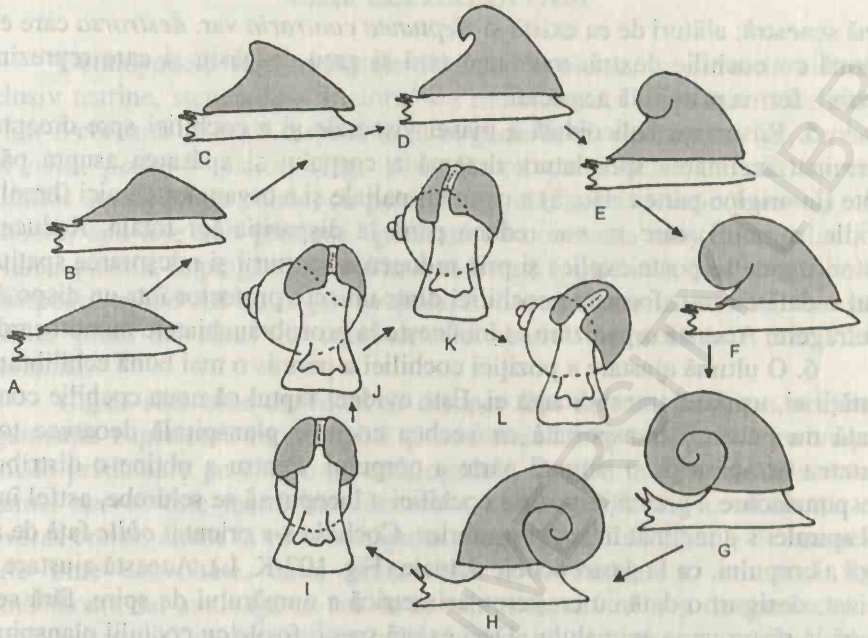


Fig. 107. Ipoteză privind modul de realizare a asimetriei la gastropode în care spiralizarea precede torsiunea (bazat pe R. D. Barnes, 1980). A-B – stadiu în care cochilia are rol de scut dorsal al masei viscerale; B - începutul spiralizării spre partea anterioară; C-G – realizarea unei cochilii planspirale care constituie un spaţiu de retragere al animalului; H-I – masa viscerală şi cochilia planspirală torsionată cu 180^0; J – realizarea cochiliei helicospirale; K-L – echilibrarea cochiliei prin orientarea apexului în sens oblic, posterior.

Cochilia primitivă, planspirală, creştea în diametru, acesta fiind dispus pe verticala corpului, cu fiecare spiră adăugată. Pentru a se reduce acest inconvenient fiecare tură de spiră nu se mai aşaza la exteriorul celei precedente, ci puţin excentric, masa viscerală nemaifiind distribuită pe verticală, ci mai mult pe laterală. Sensul spiralizării, adică sensul de deplasare a excentricităţii turelor, *a fost orientat în mod primitiv spre dreapta*, capătul lateral al spiralei constituind *apexul* (vârful cochiliei); dacă axul de spiralizare (*columela*) este privit în plan vertical cu apexul în sus, apertura apare în partea dreaptă, aceste cochilii fiind numite *dextre*. Sau, dacă apertura este orientată în jos, axul cochiliei este îndreptat spre dreapta. Deşi organizarea internă a monotocardelor este legată de spiralizarea dextrogiră, se cunosc însă şi cazuri de monotocarde *senestre*, la care axul spiralei este îndreptat spre stânga. Forma senestră a fost, probabil, o mutantă care a avut o anumită semnificaţie adaptativă. De exemplu, în Marea Mediterană trăieşte *Neptunea contraria* L. din Familia Buccinidae care este o

formă senestră; alături de ea există şi *Neptunea contraria* var. *destrorsa* care este o formă cu cochilie dextră, mult mai rară şi greu de găsit, şi care reprezintă, probabil, forma primitivă a speciei.

5. Răsucirea helicoidală a masei viscerale şi a cochiliei spre dreapta a determinat înclinarea spre latura dreaptă a corpului şi apăsarea asupra părţii drepte (la origine partea stângă) a cavităţii paliale şi a organelor de aici (branhie, nefridie, auricul), care se vor reduce până la dispariţia lor totală. Reducerea acestor organe se poate explica şi prin reducerea aperturii şi micşorarea spaţiului palial o dată cu transformarea cochiliei dintr-un scut protector într-un dispozitiv de retragere. Această organizare se întâlneşte la prosobranchiatele monotocarde.

6. O ultimă ajustare a poziţiei cochiliei a permis o mai bună echilibrare a greutăţii ei, uşurând transportarea ei. Este evident faptul că noua cochilie conică spirală nu putea fi transportată ca vechea cochilie planspirală deoarece toată greutatea ar apăsa pe o singură parte a corpului. Pentru a obţine o distribuţie corespunzătoare a greutăţii, poziţia cochiliei a început să se schimbe, astfel încât axul spiralei s-a înclinat în sus şi posterior. Cochilia s-a orientat *oblic* faţă de axa lungă a corpului, ca la gastropodele actuale (Fig. 107-K, L). Această ajustare s-a realizat, desigur, o dată cu creşterea asimetrică a numărului de spire, fără se se ajungă la răsturnarea animalului. Deşi există specii fosile cu cochilii planspirale, toate gastropodele actuale prezintă *cochilii asimetrice* sau *secundar simetrice*. La unele gastropode moderne, prosobranhiate sau pulmonate, spiralizarea este *senestră*, adică spirele se acumulează pe partea stângă a animalului, apexul columelei fiind îndreptat spre stânga dacă apertura este îndreptată în jos. În procesul de trecere la asimetrie, spiralizarea *dextră* apare ca fiind *primitivă* iar cea senestră derivată.

Am prezentat mai sus, succesiv, etapele care au condus la realizarea structurii asimetrice a gastropodelor. Trebuie subliniat însă faptul că în evoluţie aceste fenomene au fost într-o anumită măsură concomitente, deoarece niciodată nu s-a ajuns la o stare inadaptativă care să fie *ulterior* remediată.

O dată realizată structura asimetrică, aşa cum o cunoaştem la prosobranhiatele diotocarde şi monotocarde, ea a evoluat pe diferite căi, fie spre organizarea opistobranhiatelor prin *detorsiunea cu 90° de la stânga la dreapta* a masei viscerale, spre condiţia primitivă, fie spre pulmonate prin dispariţia branhiilor şi transformarea cavităţii paliale în *plămân*, în condiţiile trecerii la viaţa pe uscat şi respiraţia atmosferică.

Paleoecologie. Gastropodele cuprind forme acvatice şi terestre. Marea lor majoritate a fost şi este adaptată la condiţiile bentosului marin din zonele litoral-neritice ale mărilor calde.

Clasa CEPHALOPODA

Cefalopodele sunt moluştele cele mai evoluate, cu simetrie bilaterală, exclusiv marine, stenohaline. Piciorul s-a transformat, în cea mai mare parte a sa, într-o coroană de braţe dispusă în jurul gurii, la nivelul capului (gr. *kephali* – cap; *pous, podos* – picior) (Fig. 108). Restul piciorului a devenit un organ musculos cu aspect de pâlnie, cu poziţie ventrală, numit *pâlnie* (*hiponom*). Prin hiponom, apa iese sub presiune (generată de contracţia muşchilor paliali) din cavitatea palială, împingând corpul în sens invers (posterior), cavitatea palială, la cefalopode, având rol de *organ propulsor*. Locul hiponomului este marcat pe cochilie printr-un sinus (o crestătură la nivelul peristomului) numit *sinus hiponomic*.

Capul este bine dezvoltat şi distinct faţă de trunchi (masa viscerală). Organizaţia superioară morfologică şi anatomică este în legatură cu viaţa de animale prădătoare pe care o au cefalopodele. Astfel, la dibranhiatele actuale, sistemul nervos este foarte bine dezvoltat, condensat, având conformaţia unui adevărat creier, situat la nivelul capului. Organele de simţ sunt, de asemenea, foarte bine dezvoltate, ochii prezentând la dibranhiate o structură foarte asemănătoare dar analoagă cu cea de la ochiul mamiferelor şi dimensiuni foarte mari în raport cu capul. Gura este prevăzută cu *fălci cornoase* asemănătoare cu un cioc de papagal iar la nivelul faringelui este prezentă *radula* – o lamă cornoasă zimţată situată pe planşeul faringian, caracteristică moluştelor.

Trunchiul este învelit de *manta* – pliu al peretelui corpului care secretă *cochilia*.

Cochilia. La formele primitive, cochilia este externă, mare şi compartimentată posterior prin septe în numeroase camere pline cu gaz, ca la nautilul actual (Fig. 108-A, B). Forma cochiliilor externe este foarte diferită, aşa după cum se va constata în continuare. În decursul evoluţiei, prin reducerea treptată, în special a porţiunii compartimentate numită *fragmocon*, cochilia se mută în sacul visceral, devenind internă ca la sepiile actuale (Fig. 108-C). O astfel de cochilie situată dorsal îndeplineşte trei funcţii: de protecţie a masei viscerale, de schelet (este punct de inserţie musculară) şi hidrostatică (de echilibru, fiind foarte uşoară).

Mărimea cochiliilor cefalopodelor fosile variază foarte mult: între circa 1 cm, la majoritatea formelor cambriene, şi până la 10 m lungime, în cazul cochiliilor drepte de endoceride ordoviciene, şi 3,5 m diametru la cochiliile înrulate ale unor amoniţi cretacici!

Cefalopodele fosile se cunosc prin cochiliile lor, prin *rincolite* (vârfurile calcifiate ale aparatului masticator, numite şi „ciocuri de nautil") şi prin *aptihi*

(opercule care închideau apertura sau, după alte opinii, falca inferioară a aparatului masticator).

Cefalopodele sunt cunoscute începând din Cambrian. Ele s-au dezvoltat extraordinar în Mesozoic, după care au intrat într-un regres evolutiv puternic. Cefalopodele constituie unul dintre grupurile de organisme cu o mare importanță paleontologică și stratigrafică. Se cunosc circa 650 de specii actuale și peste 7500 de specii fosile de cefalopode. În fauna actuală, cefalopodele dețin recordul de mărime printre nevertebrate (ca și în trecut, se pare), genul *Architeuthis* („calmarul gigant") având trunchiul de 2 – 4 m lungime și tentacule de peste 12 m lungime.

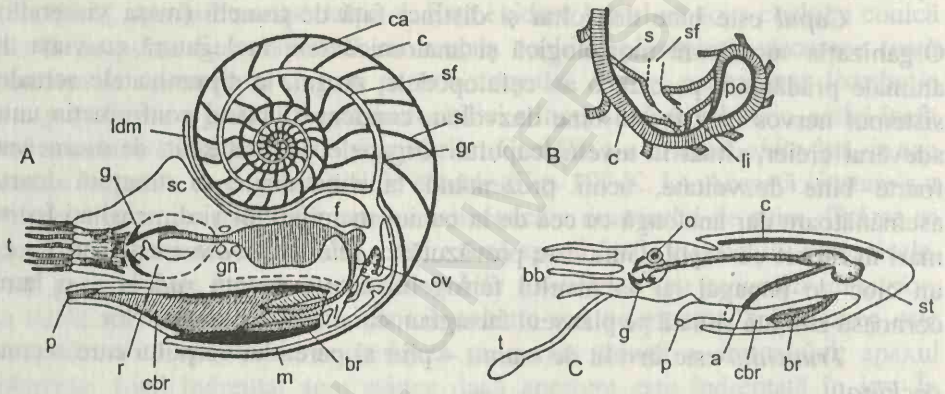


Fig. 108. Organizația corpului la cefalopodele actuale. A – *Nautilus* (secțiune sagitală schematizată); B – partea inițială a cochiliei de *Nautilus* în secțiune longitudinală schematizată; C – *Sepia*, structura generală schematizată (după V. Barbu, 1968); a – anus; bb – brațe bucale; br – branhie; c – cochilie; ca – camere (loji); cbr – cavitate branhială; f – hepatopancreas; g – gura; gn – ganglioni nervoși; gr – guleraș retrosifonat; ldm – lobul dorsal al mantalei; li – loja inițială; m – manta; o – ochi; ov – ovar; p – pâlnie; po – perforație ombilicală; r – radula; s – sept; sc – scut cefalic; sf – sifon; st – stomac; t – tentacule.

Clasificare. Referitor la clasificarea cefalopodelor autorii sunt, în general, în acord cu privire la ordinele delimitate. În schimb, nu s-a găsit un consens pentru clasificarea cefalopodelor în unități superioare ordinului. Împărțirea clasică a cefalopodelor în două subclase, *Tetrabranchia* și *Dibranchia*, propusă de Owen (1832), se bazează pe numărul de branhii, care nu pot fi observate la formele fosile. Ipoteza că toate formele cu cochilie externă ar avea patru branhii ca și nautilul actual, cu care se aseamănă după cochilie, nu poate fi dovedită.

Tabelul 5. Clasificarea cefalopodelor prezentate în text (Clasa Cephalopoda)

Subclasa	Ordinul	Familia
NAUTILOIDEA	Ellesmerocerida	Plectronoceratidae
	Orthocerida	
	Ascocerida	
	Oncocerida	Trimeroceratidae, Cyrtoceratidae
	Discosorida	Phragmoceratidae
	Tarphycerida	Lituitidae
	Barrandeocerida	
	Nautilida	Tainoceratidae, Nautilidae, Aturiidae
ENDOCERATOIDEA	Endocerida	Endoceratidae
ACTINOCERATOIDEA	Actinocerida	
BACTRITOIDEA	Bactritida	Bactritidae
AMMONOIDEA	Anarcestida	Agoniatitidae, Anarcestidae, Gephyroceratidae
	Clymeniida	Clymeniidae
	Goniatitida	Goniatitidae
	Prolecanitida	Medlicottiidae, Sageceratidae
	Ceratitida	Tirolitidae, Ceratitidae, Trachyceratidae, Arcestidae, Joannitidae, Cladiscitidae, Pinacoceratidae
	Phylloceratida	Ussuritidae, Phylloceratidae
	Lytoceratida	Lytoceratidae
	Ancyloceratida	Macroscaphitidae, Ancyloceratidae, Hamitidae, Baculitidae, Turrilitidae, Scaphitidae
	Ammonitida	Arietitidae, Amaltheidae, Hildoceratidae, Opeliidae, Stephanoceratidae, Macrocephalitidae, Parkinsoniidae, Perisphinctidae, Aspidoceratidae, Berriasellidae, Pachydiscidae, Hoplitidae, Acanthoceratidae, Tissotiidae
COLEOIDEA	Aulacocerida	
	Belemnitida	Belemnitidae, Belemnoteuthidae, Neobelemnitidae
	Phragmoteuthida	
	Teuthida	
	Sepiida	
	Vampyromorpha	
	Octopoda	

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Împărțirea cefalopodelor în subclasele *Ectocochilia* și *Endocochilia* (Schwarz, 1894) presupune că toate formele cu cochilie externă ar avea o organizație internă asemănătoare, ceea ce nu se poate dovedi în absența părții moi la majoritatea formelor fosile. Cefalopodele fosile prezintă o mare variabilitate în ceea ce privește următoarele caractere:

- forma și mărimea cochiliei;
- ornamentația externă a cochiliei și forma aperturii;
- constituția septelor, în particular complexitatea liniilor de sutură;
- structurile componentelor organice din sifon și camerele cochiliei.

Cefalopodele cu cochilie internă, în special cele din Paleozoicul superior și din Mesozoic, diferă mult de speciile actuale.

Pentru clasificarea formelor cu cochilie externă, se ține cont de unele particularități ale structurii interne a cochiliei: structurile din interiorul sifonului (Endoceratida, Actinocerida, unele Orthocerida, Ellesmerocerida, Yanhecerida), structura ectosifonului (Plectronocerida, Ellesmerocerida, Endoceratida, Tarphycerida, Oncocerida, Discosorida), complexitatea structurii septelor și a liniilor de sutură (Ammonoidea), poziția sifonului (Clymeniida) și anatomia părților moi (unele Coleoidea).

În continuare, adoptăm clasificarea cefalopodelor în șase subclase, după R. C. Moore, 1964 (Tab. 5): Nautiloidea, Endoceratoidea, Actinoceratoidea, Bactritoidea, Ammonoidea și Coleoidea.

Subclasa Nautiloidea

Nautiloideele (gr. *nautilos* – marinar, navigator) sunt cefalopode primitive, cu cochilia externă compartimentată și de forme diferite. Sunt cunoscute din Cambrian, cele mai multe trăind în Paleozoic. Astăzi mai supraviețuiește un singur gen – *Nautilus* – cu cinci specii în apele oceanelor Pacific și Indian.

Cochilia la nautiloidee are *forme* variate (Fig. 109):

- *ortoconă* – dreaptă – se întâlnește la reprezentanții cei mai vechi și mai primitivi de nautiloidee; aceasta poate fi lungă – *longiconă* – sau mai scurtă – *breviconă*. Evoluția ulterioară a formei cochiliei s-a realizat în sensul arcuirii, apoi răsucirii și înrulării într-un singur plan de tip evolut sau involut.
- *cirtoconă* – ușor arcuită;
- *giroconă* – planspirală, cu spire care nu se ating;
- *ofioconă* (*evolută*) – turele planspirale se ating;
- *lituiconă* – turele juvenile planspirale evolute, ultimele ture despiralizate, dezvoltate drept;

- *sferoconă* – ultima spiră le acoperă pe celelalte; dacă le acoperă parțial, se numește *convolută* iar dacă le acoperă total – *involută*.

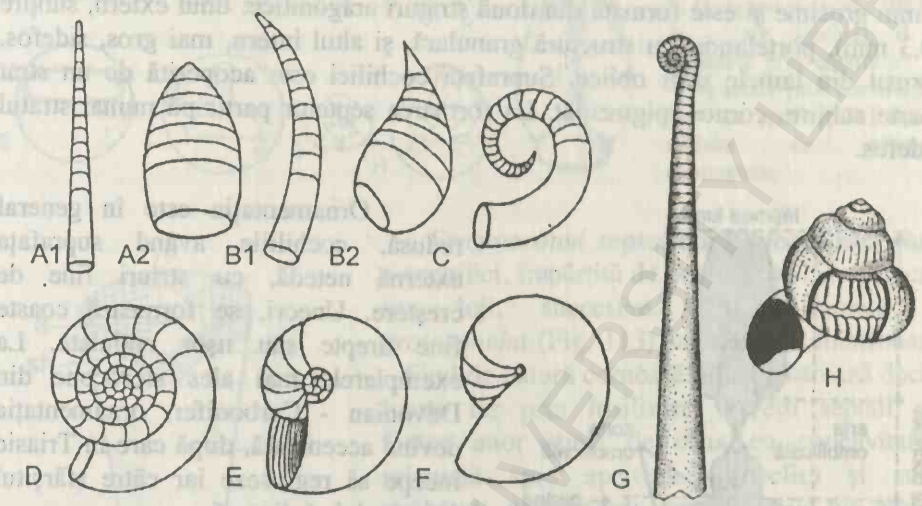


Fig. 109. Nautiloidea. Tipuri de cochilii. A – ortoconă: A1 – longiconă; A2 – breviconă: B – cirtoconă: B1 – longiconă; B2 – breviconă; C – girocon; D – ofiocon-advolută; E – sferocon-convolută; F – involută; G – lituiconă; H – trochiconă (A-F după R. C. Moore, 1964, în E. Hanganu și colab., 1983; G și H după A. H. Müller, în G. Krumbiegel și H. Walther, 1984).

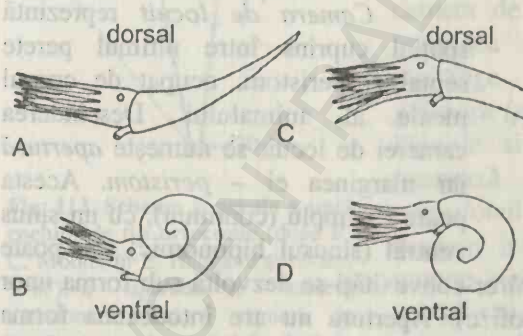


Fig. 110. Moduri de arcuire și spiralizare a cochiliilor de nautiloidee. A, B – exogastric; C, D – endogastric.

Diferite tipuri de cochilii se pot urmări și ca stadii ontogenetice. Arcuirea și spiralizarea cochiliilor poate fi *exogastrică*, cu partea ventrală, convexă, a animalului orientată spre exterior (spre curbura mare a cochiliei); *endogastrică*, cu partea ventrală a animalului orientată spre interior (spre curbura mică a cochiliei) (Fig. 110). Sensul spiralizării cochiliei se recunoaște după sinusul peristomial sau hiponomic situat întotdeauna ventral. În figura 111 sunt

prezentate elementele principale de morfometrie ale unei cochilii spiralate de cefalopod.

Structura şi ornamentaţia cochiliei. Cochilia nautilului actual are circa 1 mm grosime şi este formată din două straturi aragonitice: unul extern, subţire (0,3 mm), porţelanos, cu structură granulară, şi altul intern, mai gros, sidefos, format din lamele uşor oblice. Suprafaţa cochiliei este acoperită de un strat foarte subţire, cornos, pigmentat. La formarea septelor participă numai stratul sidefos.

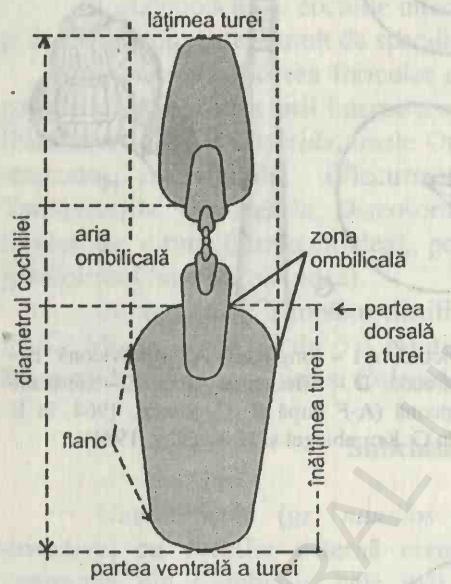


Fig. 111. Morfometria unei cochilii spiralate exogastrice de cefalopod în secţiune transversală (după R. C. Moore, 1964, modificat).

Ornamentaţia este în general redusă, cochiliile având suprafaţa externă netedă, cu striuri fine de creştere. Uneori, se formează coaste fine drepte sau uşor ondulate. La exemplarele mai ales sferocone din Devonian - Carbonifer, ornamentaţia devine accentuată, după care în Triasic începe să regreseze iar către sfârşitul Jurasicului să dispară.

Organizarea internă a cochiliei. Interiorul cochiliei are două părţi distincte: camera de locuit şi fragmoconul.

Camera de locuit reprezintă spaţiul cuprins între ultimul perete septal şi peristom, ocupat de corpul moale al animalului. Deschiderea camerei de locuit se numeşte *apertură* iar marginea ei – *peristom*. Acesta poate fi simplu (continuu), cu un sinus ventral (sinusul hiponomic) sau poate prezenta mai multe sinuozităţi ale căror convexităţi se dezvoltă sub forma unor expansiuni laterale (creste sau apofize). Apertura nu are întodeauna forma secţiunii turei, ci de cele mai multe ori ea este îngustată, luând aspect de fantă simplă, măciucată, în formă de T sau stelată (prin creşterea centripetă a apofizelor peristomiale) (Fig. 112).

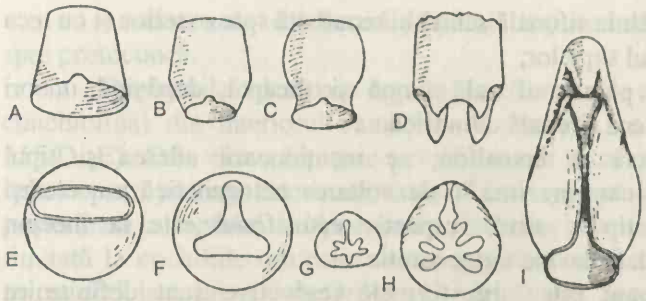


Fig. 112. Nautiloidea. Apertura cochiliei şi conformaţia camerei de locuit (după R. C. Moore, în E. Hanganu şi colab., 1983); A – larg deschisă; B – îngustată prin contracţie; C – îngustată prin constricţie; D – cu apofize; E-I tipuri diferite de aperturi contractate.

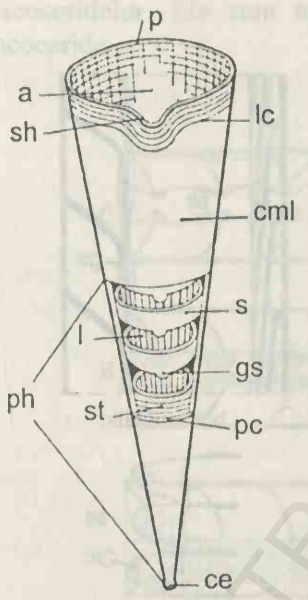


Fig. 113. Schema generală a unei cochilii de tip ortoconic (după R. C. Moore, în E. Hanganu şi colab., 1983). a – apertură; ce – cameră embrionară; cml – cameră de locuit; gs – guler septal; l – lojă; lc – linii de creştere; p – peristom; pc – peretele cochiliei; ph – fragmocon; st – linie de sutură; s – sept; sh – sinus hiponomic.

Fragmoconul reprezintă partea posterioară a cochiliei, împărţită de pereţi septali în camere sau loji, succesive. Prima cameră – *protoconcha* (Fig. 113) sau camera embrionară – fiind de natură cornoasă nu se păstrează decât foarte rar prin fosilizare. Pereţii septali au forma unor sticle de ceas cu concavitatea orientată spre apertură (procelic) şi sunt străbătuţi, median sau ventral, de un tub numit *sifon*. Sifonul are un perete (tecă) calcaros sau fosfatic şi conţine la interior un ţesut viu care aparţine masei viscerale şi face legătura dintre camera embrionară şi corpul moale situat în camera de locuit. În dreptul tubului sifonal, marginea perforaţiei peretelui septal se răsfrânge înapoi, formând aşa numitele *guleraşe (pâlnii) retrosifonate (retrocoanitice)*. Pâlniile sifonale împreună cu teca sifonală formează *ectosifonul*. În constituţia ectosifonului intră şi depunerile calcaroase dispuse între pâlnia septală şi teca sifonală numite *inele conective*. Inelele conective pot fi subţiri sau groase, sau alcătuite din mai multe straturi. Ectosifonul poate avea diferite conformaţii (Fig. 114):

- *acoanitic* – cu pâlnia sifonală foarte scurtă;
- *ortocoanitic* – cu pâlnia sifonală scurtă şi dreaptă şi cu teca sifonală mai mult sau mai puţin cilindrică;

- *cirtocoanitic* – cu pâlnia sifonală scurtă şi recurbată spre exterior şi cu teca sifonală strâmtată în dreptul septelor;

- *holocoanitic* – cu pâlnia sifonală lungă şi dreaptă, depâşind uneori lungimea unei camere, şi teca sifonală cilindrică.

Pe lângă aceste tipuri de ectosifon, se menţionează adesea şi tipul *mixocoanitic*, un tip mixt care prezintă în dezvoltarea ontogenetică a aceleiaşi forme treceri de la un tip la altul, respectiv ectosifonul este la început ortocoanitic, apoi dintr-o dată devine cirtocoanitic.

Atunci când ectosifonul este larg, formele respective sunt definite ca *eurisifonate* (Endoceratoidea, Actinoceratoidea). Când ectosifonul este îngust, formele sunt definite ca *stenosifonate* (Orthocerida).

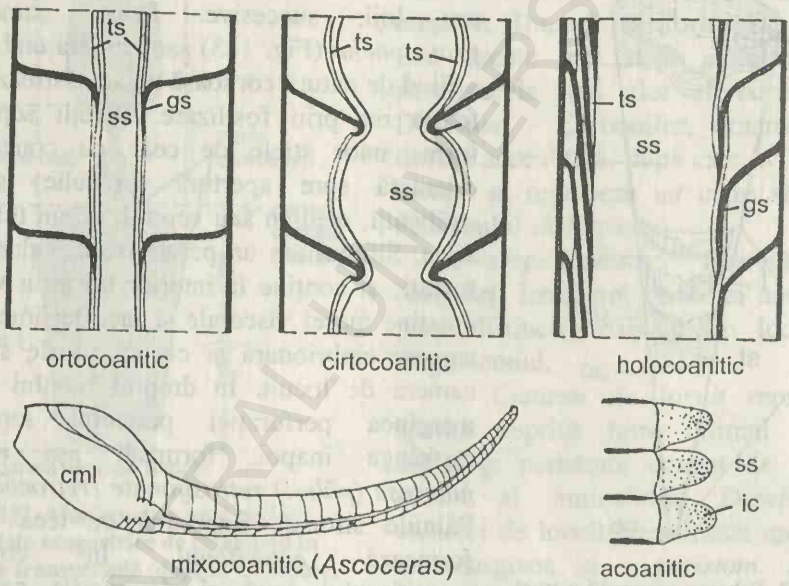


Fig. 114. Tipuri structurale de ectosifon în secţiuni longitudinale (după A. H. Müller, în E. Hanganu şi colab., 1983); cml – cameră de locuit; ic – inel conectiv; gs – guler septal (pâlnie septală); ss – spaţiu sifonal; ts – teca sifonală.

Endosifonul constă din depuneri calcaroase organogene care îngustează sau compartimentează radiar spaţiul sifonal. Principalele tipuri de endosifon sunt (Fig. 115):

- *anulosifonat* – sub forma unui perete inelar mai îngroşat pe partea ventrală;

- *actinosifonat* – sub formă de lame longitudinale dispuse radiar;

- *endoconul* – sub formă de pâlnii dispuse una în alta, cu vârful orientat spre protoconcă.

Depunerile calcaroase organogene (lamele de aragonit care alternează cu conchiolină) din interiorul camerelor se numesc *secreţii intracamerale* (Fig. 115-D, E). Cele care căptuşesc pereţii laterali ai camerelor se numesc *murale*, cele depuse pe faţa anterioară a septului – *episeptale*, iar cele situate pe faţa posterioară a septului – *hiposeptale*. Prezenţa acestor secreţii este, în general, limitată la cochiliile ortocone sau uşor cirtocone. Secreţiile intracamerale apar prima dată la cefalopodele Ordovicianului mediu. Secreţiile intracamerale există la aproape toate actinoceridele, la numeroase ortoceride şi la majoritatea discosoridelor. Ele sunt totdeauna absente la endoceride, ascoceride şi la oncoceride.

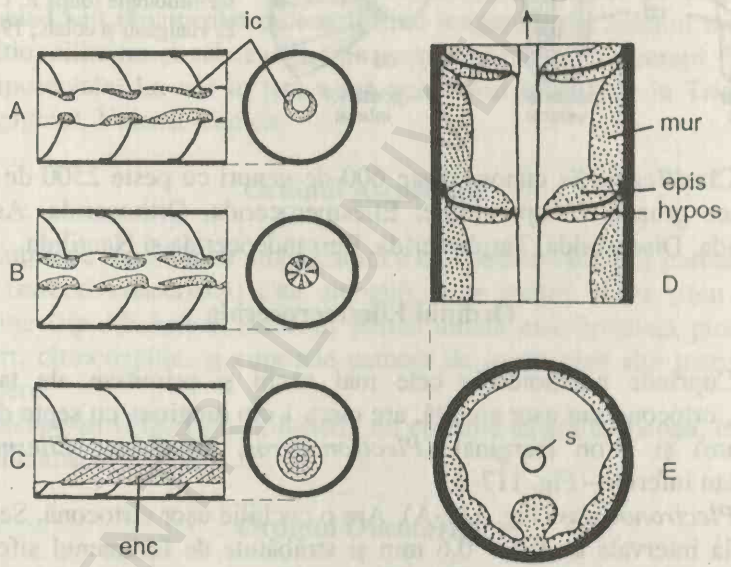


Fig. 115. Tipuri structurale de endosifon (A-C) şi de secreţii intracamerale (D, E) (după A. H. Müller, în E. Hanganu şi colab., 1983); a – anulosifonat; B – actinosifonat; C – endocon; D – secţiune longitudinală prin loji; E – secţiune transversală prin lojă; enc – endocon; ic – inel conectiv; s – sifon; epis – secreţii episeptale; hypos – secreţii hiposeptale; mur – secreţii murale.

Linia de sutură reprezintă linia după care septele se sudează de peretele cochiliei. La cochiliile ortocone linia de sutură este simplă, dreaptă, sau mai mult sau mai puţin sinuoasă. La formele sferocone (Fig. 130 – *Nautilus pompilius*), ondulaţiile se pot accentua şi uneori chiar diferenţia în *sele* (convexităţi îndreptate spre apertură) şi *lobi* (convexităţi orientate spre protoconcă).

Rincolitele reprezintă vârfurile calcifiate ale celor două fălci cornoase ale nautiloideelor (Fig. 116). Ele apar sporadic față de cochilii și de aceea poartă denumiri parataxonomice. Marea majoritate a rincolitelor este cunoscută din Mesozoicul Europei. Din Paleozoic se cunosc câteva rincolite din Carboniferul și Permianul Americii de Nord, iar din Neozoic sunt cunoscute mai ales din Eocenul și Miocenul Italiei.

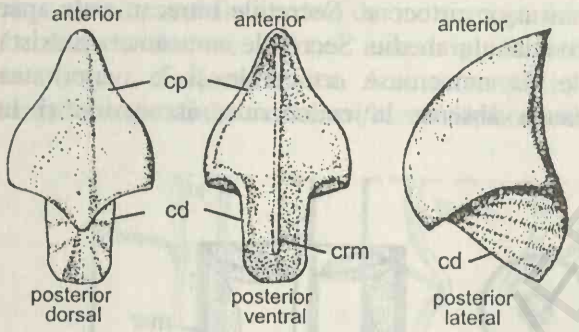


Fig. 116. Rincolit, morfologie și terminologie (după R. C. Moore, în E. Hanganu și colab., 1983).

Clasificare. Se cunosc peste 600 de genuri cu peste 2500 de specii de nautiloidee grupate în opt ordine: Ellesmerocerida, Orthocerida, Ascocerida, Oncocerida, Discosorida, Tarphycerida, Barrandeocerida și Nautilida.

Ordinul Ellesmerocerida

Cuprinde nautiloideele cele mai vechi și primitive, de talie mică. Cochilia, ortoconă sau ușor arcuită, are circa 1 cm lungime, cu septe dese (3 - 4 pe 1 mm) și sifon marginal (*Plectronoceras*, Cambrian; *Ellesmeroceras,* Ordovician inferior – Fig. 117-B).

Plectronoceras (Fig. 117-A). Are o cochilie ușor cirtoconă. Septele sunt dispuse la intervale de 0,4 – 0,6 mm și străbătute de foramenul sifonal situat către marginea concavă a cochiliei. Pâlniile sifonale sunt drepte și depășesc doar cu puțin jumătatea camerei. Fragmentele cele mai lungi au cu puțin peste 10 mm și nu s-a găsit nici apertura nici apexul. Se estimează că lungimea totală a cochiliei de *Plectronoceras* era de aproape 2 cm lungime din care două treimi erau ocupate de fragmocon și o treime de camera de locuit. A fost descoperit în depozite ale Cambrianului superior din nord-estul Chinei (Provincia Shandon).

Se presupune că aceste nautiloidee primitive erau animale bentonice ce se târau cu ajutorul piciorului care păstra încă, în esență, forma de talpă ca la gastropode. Se cunosc din Cambrian - Silurian.

Ordinul Orthocerida

Cuprinde nautiloidee cu cochilii ortocon-longicone, mai rar arcuite uşor, cu secţiuni transversale circulare. Sifonul este îngust, dispus central sau excentric, ortocoanitic până la cirtocoanitic. Se cunosc din Ordovician - Triasic.

Familia Orthoceratidae. Este o familie cu o îndelungată existenţă geologică.

Orthoceras (Fig. 117-C) (Ordovician mediu). Are o cochilie dreaptă, cilindrică, cu sifon central sau subcentral, cilindric, ortocoanitic; suprafaţa este netedă sau fin ornamentată reticular.

Michelinoceras (Fig. 117-D) (Ordovician - Triasic). Acest gen cuprinde cele mai multe exemplare de nautiloidee, atribuite iniţial genului *Orthoceras*. Cochilia este de talie mare, subcilindrică, lungă, ortoconă, cu perete foarte subţire, neted sau ornamentat cu coaste fine longitudinale. Sifonul este îngust, ortocoanitic, cilindric şi subcentral; camerele sunt înalte, cu secreţii calcaroase epi- şi hiposeptale. La noi în ţară acest gen a fost identificat în Triasicul din Rarău, Agighiol, Vulcan, Codlea.

Ordinul Ascocerida

Cuprinde nautiloidee mixocoanitice cu cochilie biformă: partea tânără a cochiliei (rareori conservată) este alungită, uşor arcuită şi cu sifon cilindric holocoanitic (tip *Michelinoceras*) iar partea adultă este bombată piriform, cu sifon scurt, cirtocoanitic, şi cuprinde camera de locuit plus alte patru până la şapte camere.

Ascoceras (Fig. 114) (Silurian), cu cochilia adultă cirtoconă, este genul caracteristic al acestui ordin.

Ordinul Oncocerida

Sunt nautiloidee paleozoice numeroase, cu cochilii predominant cirtocon-longicone, mai rar brevicone şi nautilicone, exogastrice, cu peristom fantiform, uneori complicat, şi aparat sifonal cirtocoanitic. Apar însă şi cochiliile înrulate plan-spiral (*Stereotoceras*) sau chiar torticone – înrulate după o spirală tridimensională, ca la gastropode (*Mitroceras, Foersteoceras*). Uneori se dezvoltă şi secreţii endosifonale radiare (actinosifonate). Se cunosc din Ordovician - Devonian.

Familia Trimeroceratidae. Sunt forme cu cochilia exogastrică scurtă (breviconă), cu peristom îngustat.

Gomphoceras (Fig. 117-E) (Silurian). Are o cochilie breviconă, ovoidală, endogastrică, cu sifon central, cirtocoanitic. Camera de locuit este mare, cu peristom în formă de T.

Familia Cyrtoceratidae. Cochilii turtite lateral, exogastrice, cirtocone, cu descchiderea circulară şi sifon submarginal.

Cyrthoceratites (Fig. 117-F) (Devonian mediu). Are cochilia de tip cirtocon, cu secţiunea transversală reniformă. Camera de locuit este scurtă şi îngustată spre apertură. Sifonul este larg, situat ventral, şi actinosifonat. Suprafaţa externă este netedă sau, uneori, cu o ornamentaţie longitudinală.

Oncoceridele au fost cele mai comune cefalopode din Devonianul inferior şi mediu.

Ordinul Discosorida

Reprezintă un grup heterogen de nautiloidee cu cochilii cirtocone, scurte, mai rar ortocone, cu sifon cirtocoanitic larg, central până la marginal, şi inele conective groase. Se cunosc din Ordovician - Devonian.

Familia Phragmoceratidae. Cochilii endogastrice cirtocone sau girocone. Se cunosc din intervalul Silurian – Devonian.

Phragmoceras (Fig. 117-G) (Silurian mediu). Are o cochilie cirtoconă, endogastrică, uşor comprimată lateral, care creşte rapid în înălţime. Apertura ovală, cu sinus hiponomic ventral, este îngustată de două prelungiri laterale.

Ordinul Tarphycerida

Cuprinde genuri paleozoice cu importanţă filogenetică, cu cochilii relativ mici, planspirale girocone, ofiocone, lituicone şi nautilicone (au fost printre primele nautiloidee cu cochilii înrulate). Sifonul este ortocoanitic, cu inele conective groase şi structură complicată. El are o poziţie instabilă: ventrală în stadiul tânăr, centrală şi chiar dorsală în stadiul adult. Apertura prezintă un sinus hiponomic pronunţat. Se cunosc din Ordovician - Silurian.

Familia Ophidioceratidae. Genul reprezentativ al acestei familii este *Ophidioceras* (Silurian superior) caracterizat printr-o cochilie ofioconă şi apertura îngustă, în formă de diapazon (Fig. 117-J).

Familia Lituitidae. Cochilia înrulată iniţial devine ortoconă în partea terminală. Sifon subcentral. Peristomul prezintă un sinus ventral şi două sinusuri laterale care se pot urmări prin liniile de creştere.

Lituites (Fig. 117-H) (Ordovician mediu). Are cochilia iniţial înrulată plan-spiral dar devine dreaptă terminal (tipul lituicon), ornamentată la exterior cu coaste radiare pronunţate. Sifonul, cilindric, are o poziţie subcentrală sau

ventrală. Camera de locuit este bine dezvoltată. Peristomul prezintă un sinus ventral şi două urechiuşe laterale.

Ordinul Barrandeocerida

În acest ordin sunt incluse nautiloidee cunoscute din intervalul Ordovician mediu – Devonian mediu, înrudite cu tarficeridele, de care se deosebesc printr-o mai mare diversitate morfologică a cochiliei care poate fi cirtoconă, giroconă, serpenticonă, torticonă, lituiconă şi chiar nautiliconă. Sifonul este situat central sau ventral, cilindric, subţire, ortocoanitic, la începutul dezvoltării ontogenetice, apoi cirtocoanitic.

Barrandeoceras (Fig. 117-I) (Ordovician mediu). Are cochilia nautiliconă, comprimată lateral şi cu sifon ortocoanitic, subcentral.

În unele clasificări, barandeoceridele sunt incluse ca subordin în Ordinul Tarphycerida.

Ordinul Nautilida

Nautilida este cel mai mare ordin de nautiloidee, cuprinzând circa 30 de familii cu cel puţin 165 de genuri. Sunt forme stenosifonate (cu ectosifonul îngust), cu cochilii planspirale evolute până la involute, adesea cu perforaţie ombilicală. Sifonul, ortocoanitic, mai rar cirtocoanitic, este situat de regulă subcentral (mai rar central). Camera de locuit este mare iar apertura prezintă peristom simplu. Linia de sutură este simplă, mai rar cu sinuozităţi unghiulare (*Aturia*).

Secţiunea turei are forme variate: circulară, eliptică, triunghiulară, pătratică, trapezoidală. Cochilia este de regulă netedă, sau ornamentată cu coaste sau noduri.

Familia Tainoceratidae. Aici sunt incluse toate genurile de nautilide, din Paleozoic până în Triasic, caracterizate prin cochilii ombilicate şi ornamentate cu coaste, noduri, spini (la unele genuri paleozoice şi mesozoic-inferioare).

Pleuronautilus (Carbonifer - Triasic). Are cochilia cu spire incomplet îmbrăţişătoare, cu ombilic larg. În Triasicul de la Hagighiol se găseşte *P. ampezzanus*.

Familia Nautilidae. Cuprinde genuri cu cochilie sferoconă (involută), subţire, cu camera de locuit mare. Suturi uşor sinuoase. Triasic – Actual.

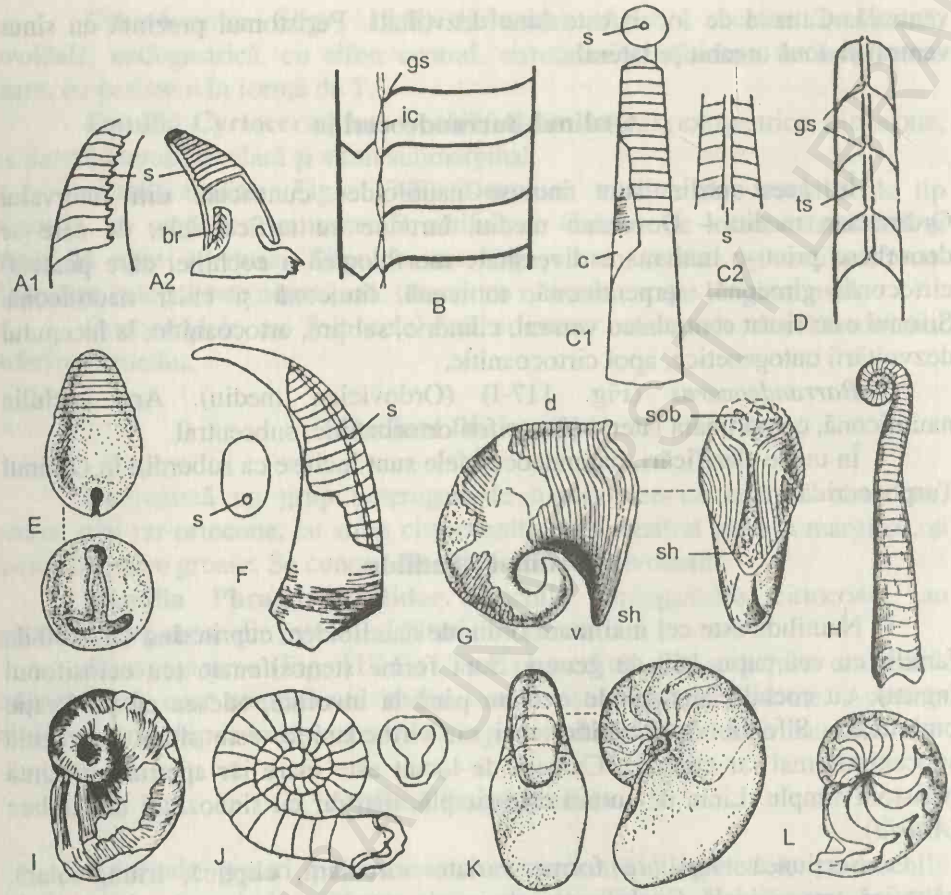


Fig. 117. Nautiloidea. A – *Plectronoceras*: A1 – fragment de cochilie (schemă); A2 – reconstituirea corpului; B – *Ellesmeroceras*; C – *Orthoceras*: C1 – structura cochiliei; C2 - secțiune longitudinală; D – *Michelinoceras*; E – *Gomphoceras bohemicus*; F – *Cyrtoceratites*; G – *Phragmoceras broderipi*; H – *Lituites lituus*; I – *Barrandeoceras bohemicum*; J – *Ophidioceras*; K – *Nautilus*; L – *Aturia zigzag* (A-D, J, K după E. Hanganu și colab., 1983; E, G, H, L după V. Barbu, 1968, I după E. Basse, din J. Piveteau, 1953); br – branhii; c – cochilie; d – dorsal; gs – guleraș sifonal (pâlnie sifonală); ic – inele conective; ts – teacă sifonală; s – sifon; sh – sinus hiponomic; sob – sinus oculo-branhial; v – ventral.

Nautilus (Fig. 117-K) (Triasic - Actual). Are o cochilie involută, netedă sau ornamentată cu striuri fine; sifonul este situat subcentral. La noi în țară se cunosc specii de *Nautilus* din Cretacic și Eocen.

Familia Aturiidae. La aceste forme, sifonul are poziție dorsală iar gulerașele sifonale, alungite, pătrund unele în altele (sifon holocoanitic).

Aturia (Fig. 117-L) (Paleocen – Miocen). Are o cochilie de talie mică, plan-spirală şi involută, uşor aplatizată lateral. Din Oligocenul Munţilor Perşani se cunoaşte *A. zigzag*, caracterizată prin linia de sutură în zig-zag, asemenea unor amonoidee paleozoice.

Nautilidele sunt cunoscute din Devonian până în Actual, cele mai multe trăind în Paleozoicul superior şi în Triasic. Apogeul grupului a fost atins în Carbonifer (75 genuri din 16 familii). În Triasicul superior au suferit un declin sever, un singur gen – *Cenoceras* – supravieţuind în Jurasic, asemenea nautilului actual. Din acest singur gen cunoscut s-au diferenţiat, în intervalul Jurasic superior – Cretacic, alte 24 de genuri. În Neozoic grupul cunoaşte un declin progresiv, în Actual persistând un singur gen – *Nautilus*.

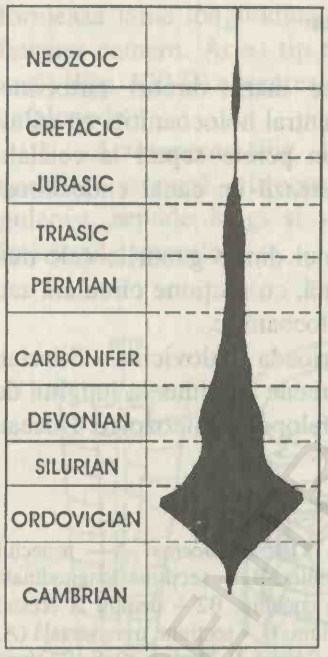


Fig. 118. Distribuţia stratigrafică a nautiloideelor (bazat pe House, în G. Krumbiegel şi H. Walther, 1984).

Distribuţie stratigrafică. Apărute în Cambrian, nautiloideele ajung în Ordovician şi Silurian la o diversificare apreciabilă. În Devonianul inferior apare Ordinul Nautilida, singurul ordin care mai are reprezentanţi actuali – genul *Nautilus*. Majoritatea ordinelor de nautiloidee au dispărut la sfârşitul Paleozoicului. În Triasic au persistat numai două ordine, Orthocerida şi Nautilida iar după această perioadă nautiloideele sunt reprezentate exclusiv prin nautilide (Fig. 118).

Filogenie. Primele cefalopode, reprezentate prin nautiloidee, se pare că s-au desprins din moluşte primitive de tipul monoplacoforelor. În ceea ce priveşte trăsătura distinctivă a cochiliei cefalopodelor şi anume compartimentarea ei (fragmoconul), Yochelson *et al.* (1973) şi Bandel (1982) sugerează că septele perforate, care permit trecerea sifonului prin camere, s-au diferenţiat plecându-se de la cochilii cu septe neperforate, cum se observă la monoplacoforul *Knightoconus*.

Din nautiloidee primitive ale Ordinului Ellesmerocerida s-au desprins, pe parcursul Cambrianului şi al Ordovicianului, celelalte ordine de nautiloidee, ca şi endoceratoideele şi actinoceratoideele (Fig. 149). Din tarficeride s-ar fi desprins oncoceridele iar din acestea nautilidele. Pe de altă parte, din orthoceride s-ar fi desprins, la începutul Devonianului,

bactritoideele din care, în scurt timp (Devonian inferior), au evoluat ammonoideele, iar mai târziu (Carbonifer) au dat naştere la coleoidee.

Paleoecologie. Nautiloideele primitive brevicone aveau un mod de viaţă bentonic, târâtor, în mări puţin adânci, eventual înot sporadic deasupra fundului marin; poziţia obişnuită a cochiliei era cea orizontală. O dovadă în acest sens este coloraţia de camuflaj prezentă numai pe jumătatea dorsală a cochiliilor. Formele planspirale şi, într-o anumită măsură cele longicone, se presupune că aveau un mod de viaţă nectonic şi necto-bentonic. Nautilul actual, care prezintă o cochilie planspiral-involută, este adaptat la înotul pe verticală, pe seama schimbării presiunii gazului în fragmocon.

Subclasa Endoceratoidea

Cuprinde cefalopode cu cochilii ortocone mari, rareori cirtocone, eurisifonate (cu ectosifon larg), de regulă cu sifon ventral holocoanitic, cu pâlnii şi inele conective ectosifonale prelungite de la un perete septal la celălalt. Endosifonul este prevăzut cu endoconuri ce delimitează un canal endosifonal cilindric, foarte îngust.

Endoceras (Fig. 119) (Ordovician). Este unul dintre genurile cele mai cunoscute; prezintă o cochilie dreaptă, foarte alungită, cu secţiune circulară sau eliptică, cu sifonul ventral; ectosifonul este de tip holocoanitic.

Endoceratoideele sunt larg răspândite în perioada Ordovician - Silurian mediu, după care dispar din sedimente. Unele specimene au ajuns la lungimi de peste 4 m (chiar până la 9 m), fiind cele mai mari cefalopode paleozoice. Duceau viaţă bentonică.

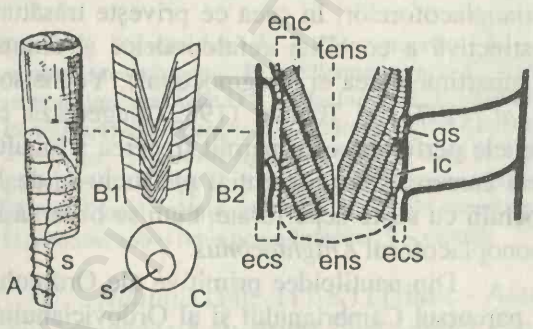


Fig. 119. ***Endoceras.*** A – aspectul cochiliei; B1 – secţiune longitudinală prin cochilie; B2 – detaliu al acestei secţiuni; C – secţiune transversală (A, B1, C după V. Barbu, 1968; B2 după E. Hanganu şi colab., 1983); ecs – ectosifon; enc – endocon; ens – endosifon; gs – guler septal; ic – inel conectiv; s – sifon; tens – tub endosifonal.

Subclasa Actinoceratoidea

Cuprinde cefalopode eurisifonate, cu cochilii relativ mari, în general drepte şi subţiri, uneori uşor arcuite. Guleraşele septale sunt de tip cirtocoanitic. Sifonul este voluminos şi în mod repetat dilatat la nivelul fiecărei camere, având un aspect segmentat. Interiorul sifonului (endosifonul) este foarte larg şi are o structură complicată, fiind format din depuneri inelare obturatoare (tip *anulosifonat*) în jurul unui sistem vascular (cu rol necunoscut).

Sistemul vascular este constituit din canale centrale care se dispun radiar faţă de canalul sifonal axial; ele se deschid la un capăt în canalul axial iar la celălalt într-o cavitate îngustă, situată între inelele conective şi secreţiile episeptale, numită *perispaţiu*. Depunerile din jurul acestui sistem de canale formează lame longitudinale dispuse radiar, ca nişte septe de corali, la nivelul fiecărei camere. Acest tip de endosifon a fost numit *actinosifonat* (gr. *aktis* - rază) (Fig. 120-B) şi reprezintă cea mai complexă structură sifonală cunoscută la cefalopode.

Actinoceras (Fig. 120) (Ordovician mediu - Silurian inferior). Are o cochilie ortoconă, cirtocoanitică, cu secţiune circulară sau subcirculară, cu guleraşe septale lungi şi secreţii calcaroase atât în spaţiul sifonal cât şi în interiorul camerelor.

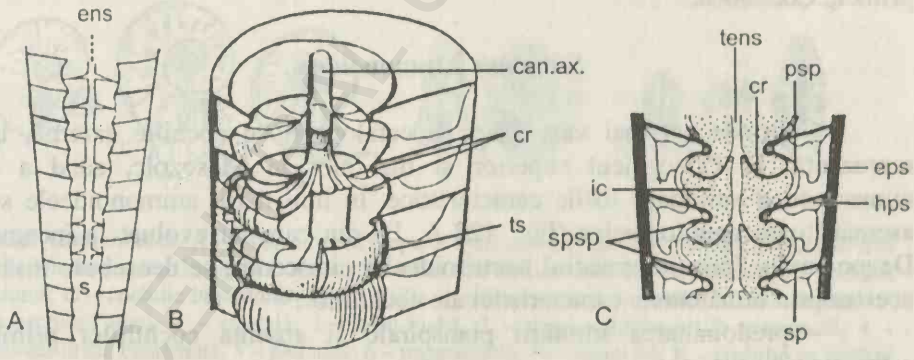


Fig. 120. ***Actinoceras.*** A – schematic; B – reconstituire; C – secţiune longitudinală (după E. Hanganu şi colab., 1983); can. ax – canal axial; cr – canalicule radiale; ic – inel conectiv; eps – secreţii episeptale; hps – secreţii hiposeptale; psp – perispaţiu; s – sifon; sp – sept; spsp – secreţii perispaţiale; tens – tub endosifonal; ts – tecă sifonală.

Actinoceratoideele au fost răspândite din Ordovicianul mediu, când înregistrează cea mai mare frecvenţă, până în Carboniferul superior. Erau

animale bentonice, asemenea nautiloideelor. Unele au atins dimensiuni enorme, de peste 6 m lungime (*Rayonnoceras*, Carbonifer).

Fig. 121. *Bactrites*. s - sifon

Subclasa Bactritoidea

Aici sunt incluse forme cu caractere comune atât nautiloideelor cât şi ammonoideelor. Ele se caracterizează prin cochilii ortocone zvelte, mai rar cirtocone, cu sifon ventral îngust (stenosifonate), de tip ortocoanitic sau cirtocoanitic. Fragmoconul are camere relativ înalte, lipsite de secreţii calcaroase, iar camera iniţială este globulară sau ovală. Linia de sutură prezintă ventral un lob sifonal în forma literei V. Erau organisme bentonice.

Bactrites (Fig. 121) (Devonian - Permian). Are cochilia ortoconă, cu camere înalte şi lob ventral îngust. Este genul cu răspândirea cea mai largă.

Cyrtobactrites (Devonian inferior). Are o cochilie cirtoconă, cu secţiunea transversală ovală.

Bactritoideele se cunosc din Ordovician până în Permian. Linia lor de sutură aminteşte de linia de sutură goniatitică a primelor ammonoidee. Din Bactritoidea ar fi evoluat, în Devonian, primele Ammonoidea iar în Carbonifer – primele Coleoidea.

Subclasa Ammonoidea

Cuprinde cel mai vast grup de cefalopode cu cochilie externă, larg reprezentat în Paleozoicul superior şi mai ales în Mesozoic, când a dat numeroase şi valoroase fosile caracteristice. În linii mari, ammonoideele sunt asemănătoare nautiloideelor (Fig. 122-A, B) din care au evoluat la începutul Devonianului (prin intermediul bactritoideelor cirtocone); se deosebesc însă de acestea prin următoarele caracteristici ale cochiliilor:

- predominarea înrulării planspirale şi absenţa cochiliilor primitiv ortocone şi cirtocone;
- ornamentaţia mai bogată;
- diferenţierea mai mare a conformaţiei peristomului;
- pereţi septali opistocelici şi prosifonaţi, exceptând unele tipuri paleozoice retrosifonate;
- linie de sutură complicată;
- sifon subţire, lipsit de secreţii endosifonale şi situat aproape întodeauna marginal, extern (ventral);

- protoconcă calcaroasă fosilizată;

- prezența unor piese calcaroase sau cornoase numite *aptihi*, care ar reprezenta resturi mandibulare sau opercule ale aperturii.

Cochilia (Fig. 122). Majoritatea ammonoideelor au cochilia răsucită într-un singur plan (excepțional în mai multe plane), mai mult sau mai puțin înrulată. Peretele cochiliei este, în general, mai subțire decât peretele cochiliei la nautiloidee.

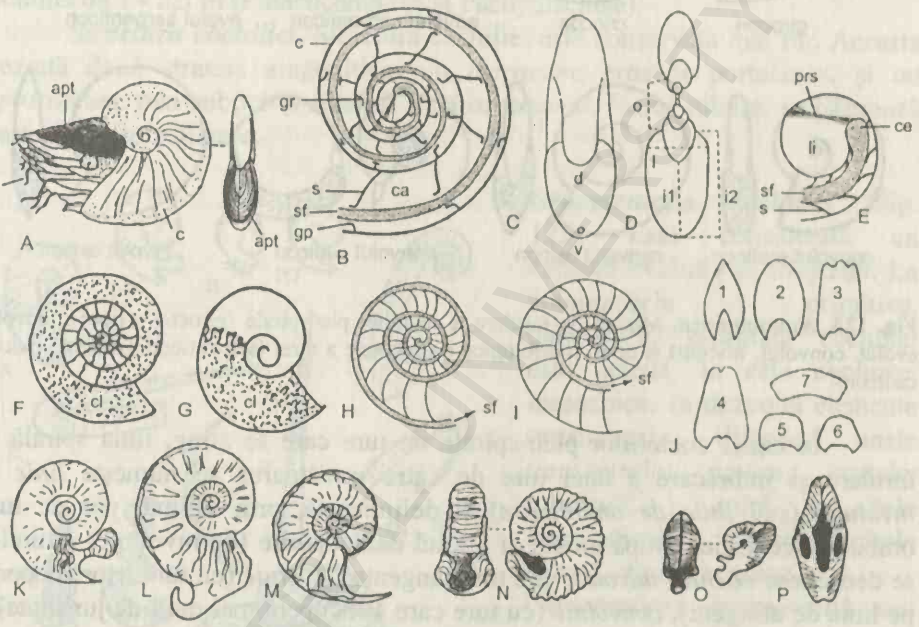


Fig. 122. Ammonoidea. A – reconstituirea corpului unui amonit (lateral și frontal); B – cochilia în secțiune longitudinală; C – vedere frontală; D – secțiune transversală; E – loja inițială; F – cochilie longidomă; G – cochilie brevidomă; H – cochilie cu sifon extern; I – cochilie cu sifon intern; J – forma secțiunii turei: 1 – ogivală; 2 – oval-înaltă, 3 – dreptunghiular-înaltă tricarenată; 4 – trapezoidal-înaltă bicarenată, 5 – pătratică; 6 – trapezoidală; 7 – reniformă; K – cochilie cu apofize jugale și rostru; L–M - cochilii cu carenă și rostru; N-O – cochilie cu cozoroc; P – apertură complexă cu deschidere mediană pentru pâlnie și deschideri laterale pentru ochi (*Morphoceras*, Bajocian) (A, F-I după L. Moret, 1940; B-E, K-P după E. Hanganu și colab., 1983); apt – aptychus; c – cochilie; ca – camere; cl – cameră de locuit; ce – cecum; d – dorsal; gp – guleraș prosifonat; gr – guleraș retrosifonat; i1, i2 – înălțimea turei; l – lățimea turei; li – loja inițială; o – ombilic; prs – prosifon; s – sept; sf – sifon; t – tentacule; v – ventral.

În mod obișnuit, cochiliile ammonoideelor sunt înrulate planspiral. La cochiliile plan-spirale ale formelor primitive turele nu se ating, putând fi de tip

girocon (cu o tură şi jumătate lax spiralizată) şi de tip *criocon* (cu turele mai strâns înrulate) (Fig. 123).

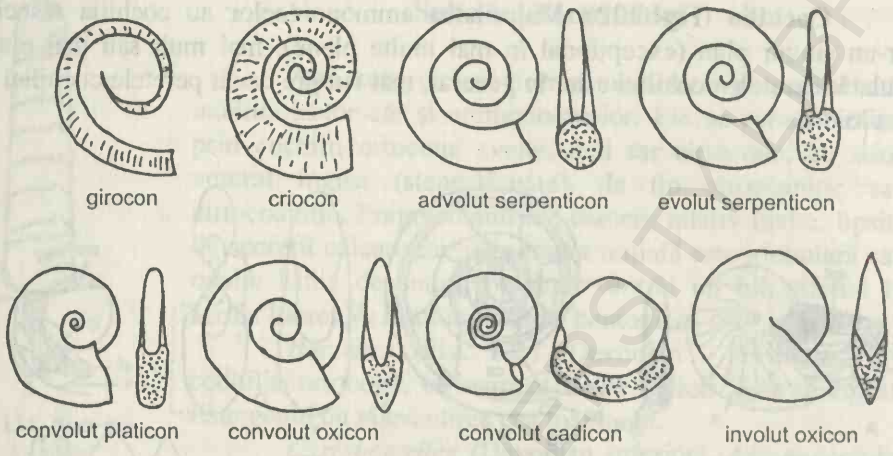


Fig. 123. Ammonoidea. Moduri de înrulare a cochiliei planspirale (girocon, criocon, advolut, evolut, convolut, involut) şi tipuri morfologice de secţiune a turei (serpenticon, platicon, oxicon, cadicon).

În cazul cochiliilor plan-spirale cu ture care se ating, linia spirală de înrulare şi îmbrăcare a unei ture de către următoarea se numeşte *linie de involuţie* (sau *linie de ombilicare*) şi delimitează, prin ultimul pas de tură, ombilicul cochiliei. După modul şi gradul de acoperire (de involuţie) a turelor, se deosebesc *cochilii advolute* (cu ture tangente), *evolute* (cu ture uşor acoperite pe linia de atingere), *convolute* (cu ture care se acoperă mai mult de jumătate) şi *involute* (cu turele acoperite complet (Fig. 123).

Din cochiliile plan-spirale au derivat mai multe tipuri de cochilii heteromorfe care au suferit un grad diferit de derulare (sau înrulare incompletă): *pediocon, scafiticon, ancilocon, hamiticon, hamulicon, toxocon, scafitoid, baculicon* (Fig. 124) sau care sunt înrulate în mai multe plane: *turiliticon* (trochospiral), cu ture ce urmează o spirală înscrisă într-un con înalt (ca la gastropodul *Turritella*) sau aberante, cu turele dispuse neregulat în mai multe plane, ca în cazul tipului *torticon* (Fig. 124).

După *forma secţiunii turei*, se deosebesc mai multe tipuri morfologice de cochilii planspirale (Fig. 123):

- *serpenticon* – cu secţiune circulară sau ovală (la cochilii evolute);
- *platicon* – cu secţiune dreptunghiular-înaltă (cochilii evolute până la uşor involute);

- *sferocon* – cu secțiune în formă de capișon (cochilii involute);
- *cadicon* – cu secțiune reniformă (cochilii evolute până la ușor involute);
- *oxicon* – cu secțiune ogivală (cochilii mai mult sau mai puțin involute).

Principalele elemente morfometrice ale cochiliei amonoideelor sunt redate în figura 122. Se constată că la o cochilie evolută înălțimea turei este mai mică decât diametrul ombilicului iar la una involută raportul se inversează.

Mărimea cochiliei. Dimensiunile medii ale amonoideelor sunt cuprinse între 4 și 20 cm diametru. Au existat și amonoidee gigantice, cu diametre ale cochiliei de 1 - 2,5 m (Pinacoceratidae și Pachydiscidae).

Structura cochiliei. Structura cochiliei este conservată mai rar. Aceasta prezintă două straturi aragonitice: un *ostracum,* gros și porțelanos, și un *hipostracum,* mai subțire și sidefos. *Periostracumul*, foarte subțire, se păstrează foarte rar prin fosilizare.

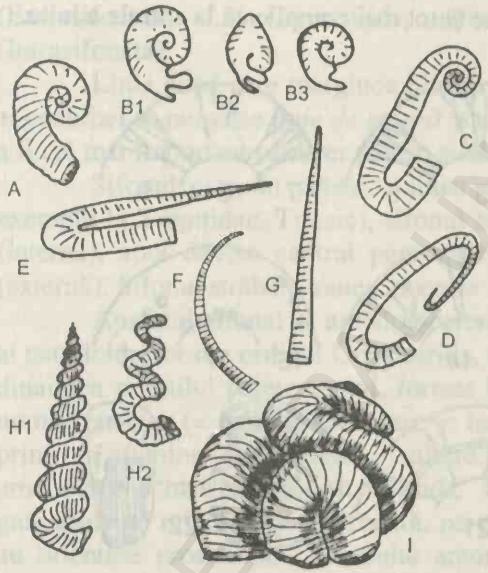


Fig. 124. Ammnoidea. Tipuri de cochilii heteromorfe. A – pediocon; B – scafitoid; C – ancilocon; D – hamiticon; E – hamulicon; F – toxocon; G – baculicon; H – turiliticon; I – torticon.

Ornamentația cochiliei (Fig. 125). Este considerată un caracter evolutiv și adaptativ. La amonoideele primitive, paleozoice, suprafața cochiliei este netedă; la cele evoluate, mesozoice, se dezvoltă elemente ornamentale diferite, unele transversale: coaste, costule, tuberculi, spini, altele longitudinale: striuri spirale (*lirae*), creste și carene.

Ornamentația *transversală* sau *radiară* se dezvoltă perpendicular față de axul longitudinal al cochiliei. Aceasta constă în *coaste radiare* dispuse pe laturile cochiliei. După modul de orientare față de peristom, coastele pot fi orientate înainte (prorsiradiat), înapoi (rursiradiat) sau drepte (rectiradiat). Coastele pot fi de mai multe tipuri: simple, bifurcate, trifurcate și polifurcate. Cele polifurcate pot fi ramificate dichotomic, poligirate, virgatoide sau fasciculate. Coastele se pot opri la marginea externă sau o pot traversa fără întrerupere (coaste inelare). Se mai pot dezvolta și coaste intercalare de lungimi diferite, fie

spre marginea externă (marginal externe), fie spre linia de ombilicare (ombilicale).

Tuberculii şi spinii se dezvoltă separat sau în combinaţie cu coastele; ei pot ocupa poziţii diferite: externi, laterali sau ombilicali. Adeseori, se dezvoltă tuberculi sau spini la locul de ramificare a coastelor (tuberculi parabolici).

Ornamentaţia *longitudinală* sau *spirală* se dezvoltă paralel faţă de axul longitudinal al cochiliei. Ea constă din striuri sau şanţuri echidistante care separă crestele spirale (aşa numitele *lirae*). Uneori se dezvoltă o carenă mediană, limitată sau nu de şanţuri ce delimitează alte două carene false (pseudocarene).

Atunci când se combină elementele radiare cu cele spirale rezultă o *ornamentaţie reticulată.*

Ornamentaţia se modifică pe parcursul dezvoltării ontogenetice. Astfel, formele juvenile sunt slab ornamentate, elementele sculpturale dezvoltându-se la adult. La unele ammonoidee ornamentaţia se schimbă o dată cu vârsta animalului: este simplă la primele spire şi tot mai complicată la spirele adulte.

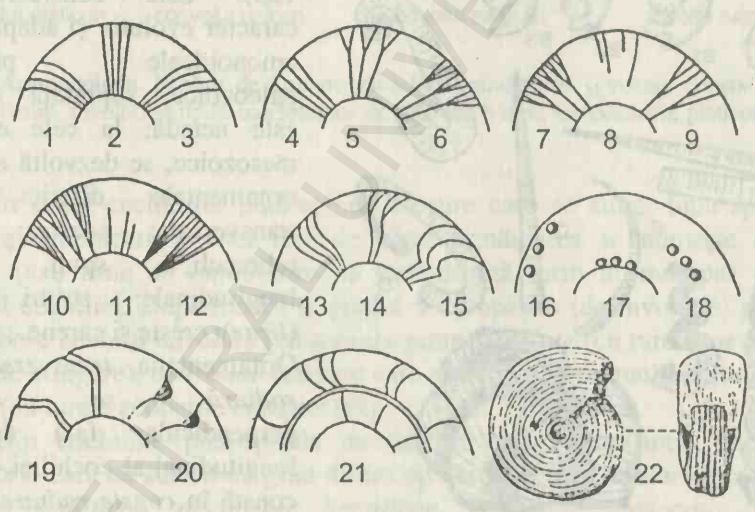


Fig. 125. Tipuri de ornamentaţii la Ammonoidea. După direcţia coastelor: 1 – rursiradiat; 2 – rectiradiat; 3 – prorsiradiat; tipuri de coaste: 4 – simple; 5 – bifurcate; 6 – trifurcate; 7 – polifurcate; 8 – intercalare externe; 9 – poligirate; 10 – virgatoide; 11 – intercalare ombilical; 12 – faciculate; 13 – falcoide simple; 14 – falcoide bifurcate; 15 – falciforme; după dispoziţia tuberculilor: 16 – marginali; 17 – ombilicali; 18 – laterali; 19 – constricţii; 20 – „parabolic"; 21 – şanţ lateral; 22 – striuri şi creste longitudinale (1-21 după O. Geyer, 1973; 22 după V. Barbu, 1968).

Organizaţia internă a cochiliei. Interiorul cochiliei se împarte în două componente: camera de locuit şi fragmoconul cu protoconca.

Camera de locuit are lungimi variabile, între mai puțin de o jumătate de tură (cochilie brevidomă), la mai mult de o tură și jumătate (cochilie longidomă).

Peristomul are o configurație ce depinde direct de felul de viață al animalului. La multe forme, îndeosebi paleozoice, peristomul este simplu, conform secțiunii turei; la cele mai multe forme însă este diferențiat, prezentând prelungiri ventrale rostrale sau apofize laterale sau jugale (urechiușe). Uneori, apertura este îngustată fie prin contractarea peristomului, fie prin apropierea urechiușelor. De exemplu la *Morphoceras* (Jurasic mediu), apertura contractată este împărțită în cinci deschideri: două pentru ochi, două pentru brațe și una pentru hiponom.

Fragmoconul cuprinde cea mai mare parte a cochiliei și se caracterizează prin compartimentarea în camere, prin pereți despărțitori sau *septe*; acestea sunt, de regulă, *opistocelice* (cu concavitatea orientată posterior), plisate periferic și străbătute de un sifon îngust situat ventral sau extern (Extrasifonata). La Clymeniida, sifonul este situat dorsal sau intern (Intrasifonata).

Linia după care marginea plisată a septelor intersectează peretele intern al cochiliei se numește *linie de sutură* (sau *linie lobară*); aceasta este considerată a fi cel mai important caracter pentru sistematica ammonoideelor.

Sifonul este, în general, situat ventral dar la unele ammonoidee (de exemplu la Tropitidae, Triasic), sifonul se dezvoltă la început pe partea dorsală (internă), apoi devine central pentru ca la adult să apară pe partea ventrală (externă). Sifonul străbate toate camerele fragmoconului, până la protoconcă.

Aparatul sifonal al amonoideelor este puțin diferențiat structural de cel al nautiloideelor din ordinul Orthocerida, fiind de tip *ortocoanitic*. El se dezvoltă dinaintea primului perete septal, format în fața extremității dilatate a sifonului numită *caecum* (= fund de sac), care se leagă de peretele posterior al protoconcii printr-un cordon membranos, subțire, numit *prosifon* (Fig. 122-E). La amonoideele mai vechi (Anarcestida, Clymeniida și la unele Goniatitida), gulerașele au orientare retrosifonată, pe când la la amonoideele mai noi acestea au orientare prosifonată. La multe amonoidee se poate constata faptul că la începutul dezvoltării lor ontogenetice sunt retrosifonate, pentru ca ulterior să devină prosifonate.

Protoconca sau *camera embrionară* are o formă sferoidală sau ovoidală, de 0,3 - 0,7 mm lărgime, excepțional mai mare. Ea prezintă aceeași structură ca și cochilia și se păstrează și în procesul de fosilizare. Protoconca se separă de fragmoconul propriu-zis prin primul perete septal a cărui linie de sutură, numită *prosutură*, constituie un caracter evolutiv.

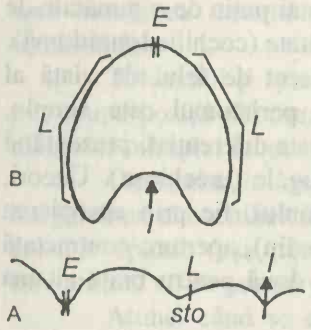


Fig. 126. Poziția elementelor primare (*ELI*) ale liniei de sutură (A) față de secțiunea transversală a turei (B) (după A. H. Müller, 1981, modificat); linia dublă (=) reprezintă linia externă a planului median; săgeata indică linia internă a planului median iar vârful săgeții indică direcția aperturii. sto – sutura ombilicală.

Linia de sutură este ondulată, convexitățile orientate spre peristom se numesc *sele* iar cele orientate spre protoconcă – *lobi*. Numărul și forma selelor și ale lobilor sunt caracteristice diferitelor genuri. La amonoideele evoluate, linia de sutură prezintă pe ondulațiile primare, încrețituri secundare, terțiare și cuaternare.

Analiza liniei de sutură se efectuează pe o jumătate a ei, reprezentată grafic în planul perpendicular pe planul de simetrie. (Fig. 126).

Aspectul liniei de sutură diferă în cadrul ammonoideelor: la genurile primitive, linia de sutură este simplă iar la cele mai evoluate, ea devine tot mai complicată. Acest caracter evolutiv se observă și în ontogeneză, linia de sutură fiind simplă la primele septe și complicându-se progresiv la ceilalți pereți septali, astfel încât, în partea adultă a cochiliei, ea are o conformație constantă. Pe parcursul dezvoltării ontogenetice a cochiliei, se deosebesc trei tipuri de linie de sutură: *prosutura, sutura primară* și *sutura secundară.*

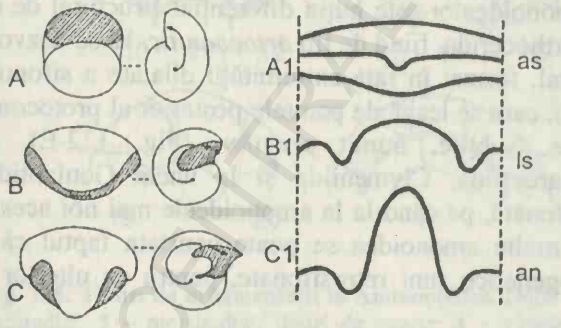


Fig. 127. Tipuri de protoconcă (A-C) și prosutura corespunzătoare (A1-C1) (A-C după L. Moret, 1940; A1-C1 după V. Barbu, 1968); A, A1 – protoconca aselată (la *Goniatites*); B, B1 – protoconca latiselată (la *Arcestes*); C, C1 – protoconca angustiselată (la *Amaltheus*); an – tip angustiselat; as – tip aselat; ls – tip latiselat.

Prosutura este linia de sutură a primului perete septal prin a cărui formare protoconca se obturează, încheindu-se etapa dezvoltării embrionare (Fig. 127). Ea poate avea trei tipuri de conformații: *aselată* (fără selă), *latiselată* (cu selă externă largă) și *angustiselată* (cu selă externă îngustă). Prosuturi aselate apar la amoniții devonieni (la Clymeniida și la unii goniatiți primitivi); prosuturi latiselate apar la cei din Devonian până în Triasic (la Anarcestida,

Prolecanitida, Goniatitida şi Ceratitida); prosuturi angustiselate se găsesc la formele din Triasic până în Cretacic (la Phylloceratida, Lytoceratida şi la Ammonitida).

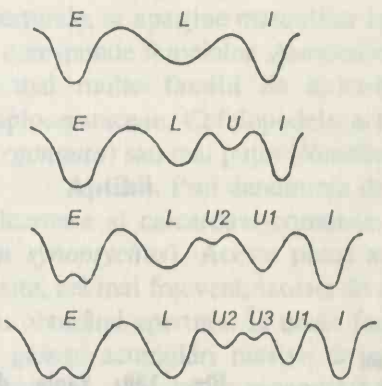


Fig. 128. Tipuri de suturi primare (după O. Geyer, 1973, din E. Hanganu şi colab., 1983); *E* – lob extern; *L* – lob lateral; *I* – lob intern; *U* – lob ombilical.

Sutura primară (Fig. 128) este prima linie lobară ce se realizează în dezvoltarea ontogenetică, şi care caracterizează ammonoideele cele mai vechi (Devonian - Carbonifer); această sutură prezintă trei lobi şi două sele: un *lob extern* (*E*) se formează pe mijlocul părţii ventrale sau externe, un *lob intern* (*I*) se formează pe mijlocul părţii dorsale sau interne şi un *lob lateral* (*L*), situat aproximativ pe mijlocul laturilor turei; de asemenea, prezintă o *selă externă* (între *E* şi *L*) şi o *selă internă* (între *L* şi *I*). Aceşti lobi şi sele au fost definite ca lobi primari (*protolobi*) şi respectiv ca sele primare ale suturii primare trilobate, exprimate prin formula *E L I* (Fig.). Sutura primară trilobată se poate complica prin apariţia de *lobi secundari* (*metalobi*), deosebindu-se o sutură primară cvadrilobată (Jurasic - Cretacic), o sutură primară pentalobată (Jurasic - Cretacic) şi alta hexalobată (Cretacic).

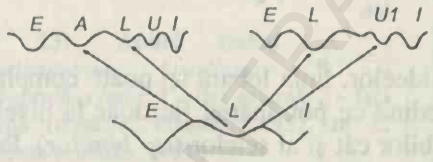


Fig. 129. Sutura secundară (după O. Geyer, 1973, din E. Hanganu şi colab., 1983); *E* – lob extern; *L* – lob lateral; *I* – lob intern; *U* – lob ombilical; *A* – lob adventiv.

Sutura secundară (Fig. 129) este o linie lobară ce rezultă din sutura primară prin înmulţirea lobilor şi a selelor primare. De exemplu, prin divizarea selei primare externe iau naştere *lobi* (*metalobi*) *adventivi* (*A*) care se notează în ordinea apariţiei (A_1, A_2, A_3, etc.); prin divizarea selei primare interne apar *lobi* (*metalobi*) *ombilicali* (U_1, U_2, U_3, etc.) denumiţi şi *lobi auxiliari*. Lobul extern, ca şi cel intern, pot fi împărţiţi în ramuri simetrice prin câte o creastă mediană, care poate fi şi ea divizată de un lob median (*M*). Faţă de sutura primară, formată din elemente unice, sutura secundară poate cuprinde un număr variabil de elemente lobare intercalate.

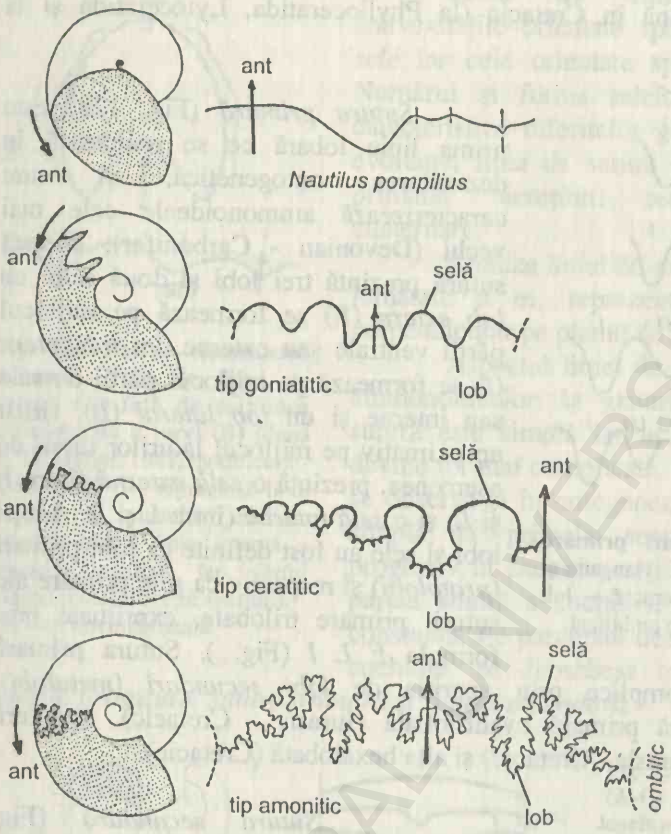


Fig. 130. Linia de sutură la Ammonoidea în comparație cu cea a nautilului actual (bazat pe L. Moret, 1940, V. Barbu, 1968 și A. H. Müller, 1981); ant – anterior.

În evoluția filogenetică a ammonideelor, linia lobară se poate complica și mai mult prin încrețituri de diferite ordine ce pot apărea fie doar la nivelul lobilor (*tip unipolar*) fie atât la nivelul lobilor cât și al selelor (*tip bipolar*). Prin cutările bipolare, lobii și selele se subdivid, în diferite feluri, în *lobuli accesorii*.

După planul general de dezvoltare, există trei mari categorii de linii de sutură la ammonoidee: *goniatitice* (Devonian - Permian), *ceratitice* (Permian - Triasic) și *ammonitice* (Mesozoic), ce marchează principalele stadii filogenetice.

Liniile de sutură goniatitice au lobii și selele simple, fără încrețituri secundare, cu excepția ocazională a lobului extern; suturile ceratitice au selele întregi și numai baza lobilor denticulată (tip unipolar); suturile ammonitice au toate elementele încrețite (tip bipolar). La unele genuri jurasice, și mai ales cretacice, linia lobară revine la forma mai simplă asemănătoare cu cea a ceratiților triasici sau chiar cu cea a goniatiților; acest fenomen a fost considerat de unii autori, rezultatul unei evoluții regresive și de convergență morfologică.

Dimorfismul sexual la amoniți a fost dedus din faptul că, în unele cazuri, în cuprinsul aceluiași strat, se găsesc specii asociate în cupluri – exemplare cu aceleași caracteristici dar diferențiate prin mărime și forma aperturii. S-a presupus că acele cochilii de talie mai mică, cu prelungiri aperturale, ar aparține masculilor iar cele de talie mai mare și cu apertură simplă, ar corespunde femelelor. Asemenea cazuri de dimorfism au fost puse în evidență la mai multe familii de amoniți: Stephanoceratáceae, Perisphinctaceae și Haploceratáceae. Cefalopodele actuale prezintă un dimorfism sexual mai mult (*Argonauta*) sau mai puțin (*Nautilus*) evident în morfologia cochiliei.

Aptihii. Prin denumirea de *Aptychus* au fost descrise piese mandibulare calcaroase și calcaroase-cornoase, simple (*anaptychus*) sau duble (*diaptychus* sau *synaptychus*). Aceste piese au aspectul unor valve (Fig. 131) și au fost găsite, cel mai frecvent, izolate de cochilii, mai rar în interiorul camerei de locuit sau obturând apertura. În unele faciesuri pelagice jurasice și cretacic-inferioare, se găsesc acumulări masive de aptihi, formând uneori adevărate „calcare cu *Aptychus*". Un studiu monografic al aptihilor din România a fost realizat de profesorul I. Turculeț (2000).

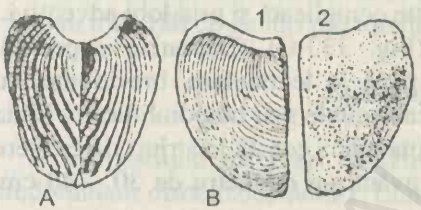


Fig. 131. Aptihi izolați. A – *Lamellaptychus lamellosus*; B – *Laevaptychus latus*: 1 – fața externă, 2 – fața internă (după J. Piveteau, 1952, în E. Hanganu și colab., 1983)

Clasificare. Pentru clasificarea ammonoideelor se iau în considerare următoarele caractere: tipul liniei de sutură, tipul protoconcii și, respectiv, al prosuturii, poziția și tipul aparatului sifonal, precum și timpul geologic în care au trăit. Ammonoideele sunt grupate în nouă ordine: Anarcestida, Clymeniida, Goniatitida, Prolecanitida, Ceratitida, Phylloceratida, Lytoceratida, Ancyloceratida și Ammonitida. În multe clasificări, mai vechi sau mai noi, ancyloceratidele sunt incluse în cadrul Ordinului Lytoceratida, ca forme specializate ale acestora.

Ordinul Anarcestida

Cuprinde amonoidee primitive, retrosifonate, cu sifon ventral și linia lobară de tip goniatitic, cu trei lobi de bază (*E L I*) (Fig. 132). La unele genuri apar și lobi ombilicali și, extrem de rar, lobi adventivi. Cochiliile sunt advolute până la involute. Se cunosc numai în Devonian.

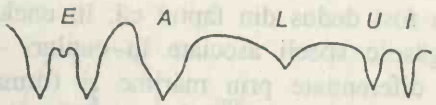


Fig. 132. Linia de sutură goniatitică (după O. Geyer, 1973, din E. Hanganu şi colab., 1983); *E* – lob extern; *L* – lob lateral; *I* – lob intern; *U* – lob ombilical; *A* – lob adventiv.

Familia Agoniatitidae. Cuprinde forme cu cochilia discoidală, ombilic redus, linia de sutură simplă.

Agoniatites (Fig. 133-A) (Devonian mediu). Este o formă longidomă, cu ombilic relativ îngust şi spire îmbrăţişătoare. Secţiunea turei este ogivală-trunchiată. Linia de sutură este simplă, cu un lob extern îngust şi altul lateral adânc.

Familia Anarcestidae. Sunt forme în general globuloase, cu cochilie longidomă, cu secţiunea semicirculară şi linia de sutură simplă.

Anarcestes (Fig. 133-B) (Devonian inferior - mediu). Are o cochilie discoidală, în stadiul adult, mai larg sau mai îngust ombilicată, cu linia lobară după formula *E L I*. Ultima tură, ce corespunde camerei de locuit, nu atinge tura anterioară. Secţiunea turei este semilunară. Ornamentaţia este fină, din coaste uşor arcuite. În stadiul juvenil cochilia este globuloasă şi prezintă o perforaţie ombilicală.

Familia Gephyroceratidae. Cuprinde genuri la care lobul ventral este împărţit printr-o selă mică. Linia de sutură este complicată şi prin lobi adventivi.

Manticoceras (= Gephyroceras) (Fig. 133-C) (Devonian superior). Cuprinde forme cu cochilii subdiscoidale până la lenticulare, brevidome, cu partea externă rotunjită, unele îngust ombilicate, altele mai larg ombilicate. Linia de sutură este după formula *M E L U I*. Ornamentaţia constă în striuri de creştere convexe. Se cunosc exemplare cu cochilia având un diametru de 30 – 40 cm, maximum până la 65 cm.

Ordinul Clymeniida

Cuprinde genuri care se deosebesc de toate celelalte ammonoidee prin poziţia dorsală (internă) a sifonului (cochilii *intrasifonate*). Linia de sutură este simplă (*L I*) sau modificată prin transformarea lobilor în sele. Sunt ammonoidee primitive cu sutura primei septe de tip latiselat; gularaşele retrosifonate, lungi, formează un tub continuu. Sinusul hiponomic este adânc. Se cunosc din intervalul Devonian superior - Carbonifer inferior.

Clymenia (Fig. 133-D) (Devonian superior). Are cochilia discoidală, evolută, longidomă, larg ombilicată, netedă sau numai cu striuri fine de creştere. Secţiunea turei de spiră este ovală.

Prin variaţia rapidă a formelor, multitudinea şi larga răspândire în mările Devonianului inferior, climeniidele au dat numeroase fosile caracteristice.

Ordinul Goniatitida

Cuprinde amonoidee prosifonate (cu excepţia unor forme primitive retrosifonate), cu sifonul situat ventral. Linia de sutură este ondulată în zig-zag, cu sele rotunjite şi lobi ascuţiţi. Genurile primitive prezintă, de regulă, opt lobi după formula *E A L I*, pe când cele evoluate posedă şi lobi ombilicali. La goniatiţii cei mai evoluaţi apar şi linii lobare complicate, ceratitice şi chiar amonitice (fără a se face însă trecerea spre reprezentanţii mesozoici ai ordinelor Ceratitida şi Ammonitida). Cochiliile sunt predominant convolute şi involute, şi prezintă o mare diversitate morfologică şi de ornamentaţie.

Familia Goniatitidae. Cuprinde goniatiţi tipici, cu sculptură proeminentă, ombilic mic, lob ventral îngust, cunoscuţi din intervalul Devonian - Permian.

Goniatites (= *Glyphioceras*) (Fig. 133-E) (Carbonifer inferior). Este genul tipic al ordinului. Cochilia este globuloasă, îngust-ombilicată şi prevăzută în mod frecvent cu striuri spirale întretăiate perpendicular cu striurile de creştere. Linia de sutură este formată după formula $M\ E\ L\ U_2\ U_1\ I$.

Goniatiţii au atins apogeul în intervalul Carbonifer – Permian inferior, când au trăit 180 de genuri din totalul de 200 cunoscute.

Ordinul Prolecanitida

Constituie un grup restrâns de amonoidee retrosifonate, cu cochilii predominant discoidale, subţiri. Liniile de sutură variază de la tipul goniatitic la cel ceratitic, fiind caracterizate prin înmulţirea lobilor ombilicali, prevăzuţi şi ei cu doi, trei zimţi terminali. Acest ordin este reprezentat din Devonianul superior până în Triasicul superior. Prezintă importanţă filogenetică, fiind grupul de origine al amonoideelor Ceratitida şi Phylloceratida.

Familia Medlicottiidae. Cochiliile prezintă adesea la partea ventrală un şanţ mărginit fie de carene, fie de un şir de tuberculi. Linia de sutură este cu lobul extern îngust, bifid iar selele externe uneori subdivizate.

Medlicottia (Fig. 133-F) (Permian). Are o cochilie discoidală, involută, îngust ombilicată, cu două carene ventrale care delimitează un şanţ median. Linia de sutură este ceratitică, cu lobi şi sele divizate care conduc spre linia de sutură amonitică.

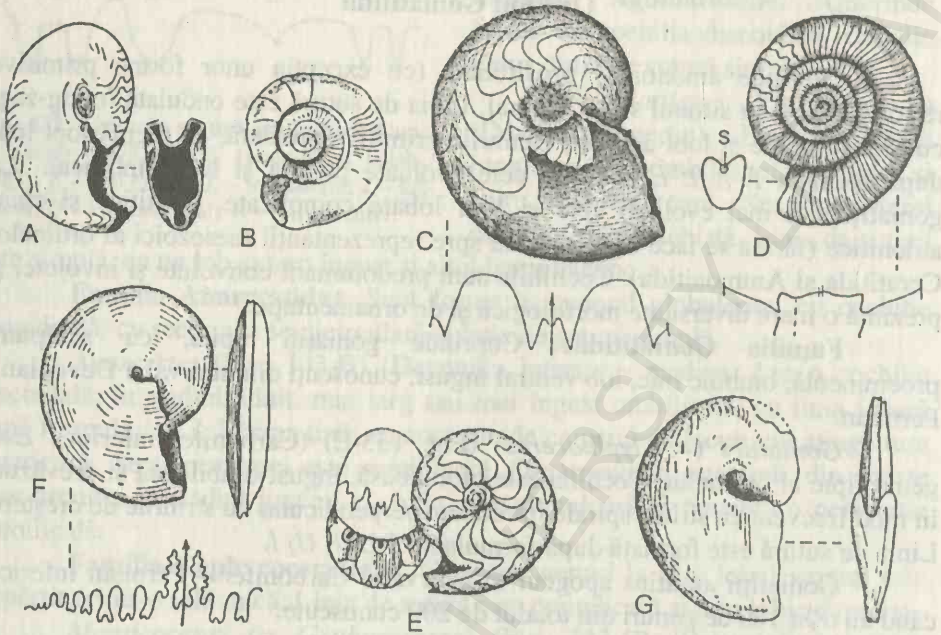


Fig. 133. Anarcestida. A – *Agoniatites*; B – *Anarcestes lateseptatus*; C – *Manticoceras intumescens*; **Clymeniida.** D – *Clymenia undulata*; **Goniatitida.** E – *Goniatites (Glyphiaceras) sphaericus*; **Prolecanitida.** F – *Medlicottia trautscholdi*; G – *Sageceras heidingeri* (A din L. Davitaşvili, 1956; B, D, F, E, G din V. Barbu, 1968; C din V. Bodîlevskii, 1951).

Familia Sageceratidae. Sunt forme cu cochilia comprimată lateral iar ventral cu un şanţ îngust şi carene.

Sageceras (Fig. 133-G) (Triasic mediu - superior). Are o cochilie discoidală până la lenticulară, îngust ombilicată, cu şanţ ventral mărginit de carene. Linia de sutură de tip ceratitic prezintă numeroşi lobi ombilicali şi adventivi bifizi. *S. haidingeri* se găseşte şi în Triasicul de la Agighiol (Dobrogea).

Ordinul Ceratitida

Acest ordin cuprinde majoritatea amonoideelor triasice. Cochiliile sunt prosifonate, cu sifon ventral (extern). Protoconca este latiselată, la genurile primitive, sau angustiselată, la cele mai evoluate. Liniile de sutură sunt, în parte ceratitice (Fig. 134), în parte amonitice şi rareori goniatitice sau subgoniatitice. De regulă, pe lângă lobii de bază se dezvoltă numeroşi lobi ombilicali. Cochiliile

au forme variate: evolute, convolute, involute şi chiar heteromorfe. Ornamentaţia este variată şi de multe ori puternic dezvoltată.

Ceratitidele apar în Permianul mediu şi dispar la sfârşitul Triasicului. Din roci triasice au fost descrise peste 440 de genuri de ceratiţi.

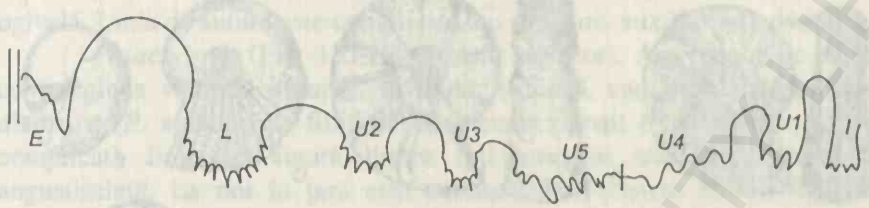


Fig. 134. Linia de sutură ceratitică (la *Ceratites dorsoplanus*, Triasic mediu) (după A. H. Müller, 1981); *E* – lob extern; *L* – lob lateral; *I* – lob intern; *U* – lob ombilical.

Familia Tirolitidae. Cochilii ombilicate cu tuberculi laterali şi linie de sutură ceratitică.

Tirolites (Fig. 135-A) (Triasic inferior). Are cochilia evolută, cu ombilic larg, cu secţiunea turei de formă dreptunghiulară, ornamentată cu coaste radiare terminate cu câte un tubercul. Linia de sutură este simplă, având pe laturi un lob lateral larg, goniatitic sau ceratitic, şi un lob ombilical mic, goniatitic.

Familia Ceratitidae. Sunt forme evolute, cu ombilic larg, ornamentate cu tuberculi şi coaste radiare. Linia de sutură este tipic ceratitică.

Ceratites (Fig. 135-B) (Triasic). Are o cochilie mai mult sau mai puţin evolută, brevidomă, larg ombilicată, robustă, cu linie lobară tipic ceratitică, ornamentată cu coaste proeminente prevăzute cu tuberculi ventrali. La noi în ţară a fost semnalat în Banat.

Familia Aplococeratidae. Cuprinde forme evolute, relativ comprimate lateral, ornamentate prin coaste ombilicale sau noduri. Linia de sutură ceratitică este simplificată.

Dobrogeites (Triasic). Are cochilia cu feţe laterale plate şi marginea ventrală rotunjită. Linia de sutură multilobată.

Familia Trachyceratidae. Au cochilii relativ involute, cu ombilic mic, şanţ ventral şi ornamentate prin şiruri radiare de tuberculi.

Trachyceras (Fig. 135-C) (Triasic mediu - superior). Cochilia este mai mult sau mai puţin involută, cu regiunea ombilicală redusă, comprimată lateral şi ornamentată cu coaste falciforme simple sau ramificate, cu şiruri dese de noduri. La noi în ţară a fost găsit la Agighiol.

Familia Arcestidae. Cuprinde forme involute, subglobulare, neombilicate (sau cu ombilic punctiform). Linia de sutură are aspect amonitic dar de tip unipolar.

Arcestes (Fig. 135-D) (Triasic mediu - superior). Este reprezentat prin cochilii subglobulare, puternic involute, longidome, cu peristomul răsfrânt spre interior, netede. Din Triasicul de la Agighiol se cunoaşte specia *A. ausseanus.*

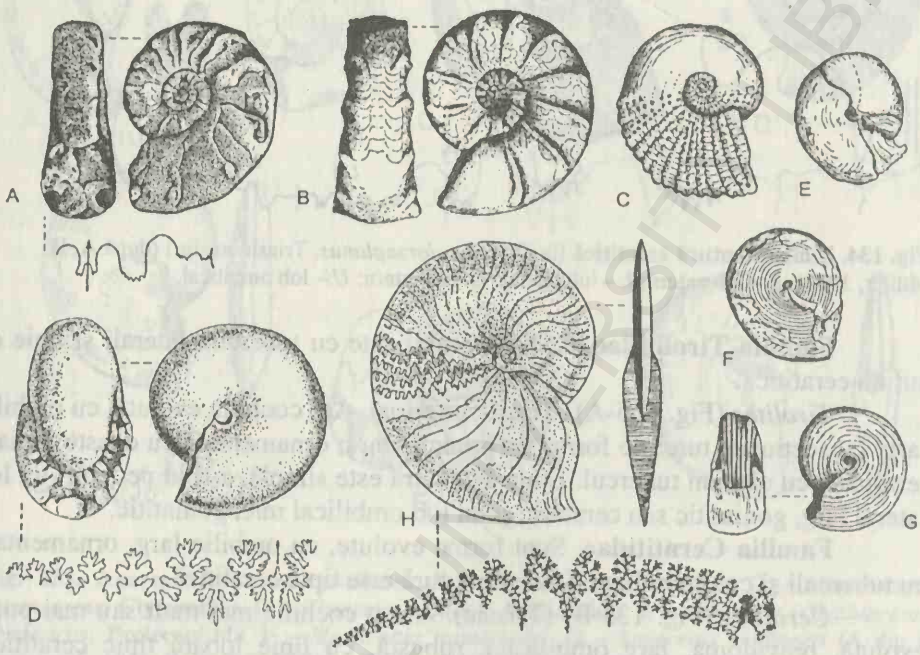


Fig. 135. Ceratitida. A – *Tirolites rossicus*; B – *Ceratites nodosus* (Triasic mediu); C – *Trachyceras austriacum*; D - *Arcestes (Proarcestes) gaytani*; E – *Ioanites stefanescui*; F – *Romanites simionescui;* G – *Cladiscites tornatus*; H – *Pinacoceras metternichi* (Triasic superior) (A, D din V. Bodîlevskii, 1951; B, H din L. Davitaşvili, 1956; C, E, F, G din V. Barbu, 1968).

Familia Joannitidae. Forme cu linia de sutură de tip amonitic, arcuită în totalitate şi sele bilobate.

Joannites (Fig. 135-E) (Triasic mediu - superior). Are cochilia involută neornamentată, din loc în loc cu şanţuri radiare. Este asemănător cu *Arcestes* dar linia de sutură este amonitică, multilobată, curbată şi cu selele bifide.

Romanites (Fig. 135-F) (Triasic superior). Este o formă involută ornamentată prin coaste concentrice fine. Linia de sutură este arcuită în totalitatea ei. A fost găsit şi în Triasicul de la Agighiol.

Familia Cladiscitidae. Sunt forme cu cochilii longidome, cu partea ventrală lată şi secţiunea turei trapezoidală. Linia de sutură este complicată. Ornamentaţia constă în dungi spirale.

Cladiscites (Fig. 135-G) (Triasic superior). Are linia de sutură mărunt dințată și cochilia ornamentată cu dungi concentrice. Specia *C. primitivus* a fost găsită în Triasicul de la Agighiol.

Familia Pinacoceratidae. Cuprinde forme din intervalul Triasic mediu-superior, cu cochilii evolute sau involute, discoidale, muchiate, cu secțiunea ogivală. Linia de sutură este complicată, cu elemente auxiliare și adventive.

Pinacoceras (Fig. 135-H) (Triasic superior). Are o cochilie discoidală, cu marginea ventrală ascuțită, involută, oxiconă, care poate atinge 1,5 m în diametru (*P. metternichi* fiind cel mai mare amonit triasic). Prezintă cea mai complicată linie de sutură dintre toți amoniții triasici. Protoconca este angustiselată. La noi în țară este cunoscut în Triasicul de la Hagighiol (*P. giganteum*).

Ordinul Phylloceratida

Cuprinde amonoidee mesozoice cu cochilii involute, netede sau fin ornamentate prin costule simple. Caracteristic este *aspectul filoid* al selelor, această linie de sutură amonitică fiind numită *filoceratitică*, cu formula $E\ L\ U_2\ U_1\ I$. Ea are mai mulți lobi ombilicali, lobi laterali trifizi și sele cu una până la patru terminații filoide sau spatulate, iar lobul extern este divizat în două jumătăți simetrice (bipartit) de o selă secundară tectiformă (Fig. 136).

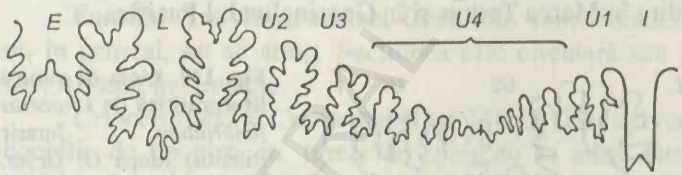


Fig. 136. Linia de sutură filoceratitică (la *Holcophylloceras milaschewitschi*, Cretacic inferior) (după A. H. Müller, 1981); *E* – lob extern; *L* – lob lateral; *I* – lob intern; *U* – lob ombilical.

Acest grup de amonoidee a apărut la începutul Triasicului și a persistat până la sfârșitul Cretacicului, fiind singurul grup de amoniți care a depășit limita Triasic - Jurasic, când a avut loc o extincție în masă a faunei. Phylloceratida prezintă importanță filogenetică, întrucât constituie trunchiul de bază al amonoideelor posttriasice.

Familia Ussuritidae (= Monophyllitidae). Sunt forme triasice cu cochilii evolute, rotunjite ventral, cu ornamentație fină, falciformă. Linia de sutură monofiloidă.

Monophyllites (Fig. 138-A) (Triasic mediu - superior). Are cochilia larg ombilicată, cu secțiunea spirei semiovală. Ornamentația este fină și constă în

coaste falciforme (sigmoide). Linia de sutură are selele cu vârful monofiloid. Se pare că acest gen a dat naştere genului *Phylloceras*. Specia *M. aonis* a fost găsită la Agighiol.

Familia Phylloceratidae. Au cochilii involute, subţiri, ornamentate cu coaste radiare fine. Linia de sutură este complexă, selele cu două, trei sau patru diviziuni filoide şi lobii trifizi (gr. *phyllon* – frunză; *keras* - corn). Au avut o răspândire universală.

Phylloceras (Fig. 138-B) (Jurasic - Cretacic inferior). Este genul tipic al ordinului. Cochilia este subţire, de la convolută la involută, cu secţiunea turei ovală şi ornamentată cu striuri fine de creştere. Linia de sutură are sele înalte, trifide şi lobi trifizi, cu excepţia celor sigulari (*E* şi *I*). La noi în ţară a fost descoperit la Rucăr, Svinița, Vadul Crişului.

Ordinul Lytoceratida

Cuprinde amonoidee jurasice şi cretacice cu cochilii predominant evolute longidome, cu secţiunea turei aproape circulară. Suprafaţa externă este netedă sau ornamentată cu striuri de creştere, costule şi coaste radiare, simple, neramificate, uneori cu tuberculi şi chiar cu spini. Linia de sutură amonitică, cu puţine elemente, este totuşi complicată, selele fiind ramificate (Fig. 137). Aptihii sunt constituiţi dintr-o sigură piesă (*anaptychus*). Amoniţii litoceri au apărut la începutul Jurasicului din Ceratitida şi au dăinuit până la sfârşitul Cretacicului. Au avut o largă răspândire în Marea Tethys şi în Geosinclinalul Pacific.

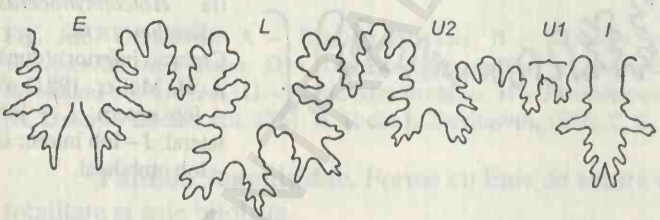


Fig. 137. Linia de sutură litoceratitică (la *Lytoceras fimbriatum*, Jurasic inferior) (după O. Geyer, 1973, din E. Hanganu şi colab., 1983); *E* – lob extern; *L* – lob lateral; *I* – lob intern; *U* – lob ombilical.

Familia Lytoceratidae. Cochiliile au secţiune circulară, fără carenă sau şanţ ventral; turele nu se îmbrăţişează (sunt evolute). Ornamentaţia constă în coaste radiare majore şi costule ondulate intercalate. Linia de sutură are lobi şi sele bifide.

Lytoceras (Fig. 138-C) (Jurasic inferior - Cretacic superior). Este unul dintre genurile cu cea mai mare longevitate. Cochilia, evolută, cu secţiunea spirei circulară sau ovală, are marginea ventrală rotunjită. Suprafaţa cochiliei este netedă sau slab ornamentată cu coaste fine, continue peste marginea

ventrală. Linia de sutură este tipic litoceratitică, cu formula $E\ L\ U_2\ U_1\ I$, având lobul extern scurt iar cel lateral larg. Este un gen caracteristic zonelor batiale. *L. adeloides* este cunoscut de la Svinița (Liasic).

Ordinul Ancyloceratida

După Wiedmann (1967) unele litoceratide cu cochilii spiralate normal dar mai ales heteromorfe, cu unele particularități ale liniei de sutură (sutură primară cvadrilobată și număr limitat de lobi ombilicali), au fost separate în Ordinul Ancyloceratida (gr. *ankylos* – încovoiat, curbat). Primele cochilii de ancyloceratide au fost drepte (*Bochianites*) sau cirtocone, ușor înrulate (*Protancyloceras*). Aceste cochilii au linia de sutură asemănătoare cu cea litoceratitică dar originea ancyloceratidelor printre litoceri rămâne discutabilă. Pornind de la aceste forme, s-au dezvoltat în Cretacic tipurile numite *heteromorfe* care au fost foarte numeroase (circa 15 familii). Ancyloceratidele sunt cunoscute din intervalul Malm superior – Maastrichtian.

Familia Macroscaphitidae. Cuprinde forme la care porțiunea terminală este, de regulă, derulată, cu ornamentație și linie de sutură litoceratitică.

Macroscaphites (Fig. 138-D) (Barremian – Apțian). Are o cochilie inițial înrulată plan-spiral, advolută, apoi dreaptă și în final arcuită ca o cârjă, ornamentată cu coaste numeroase, drepte. La noi în țară a fost găsit pe Valea Bicazului și în Banat.

Familia Ancyloceratidae. Cochiliile sunt răsucite plan-spiral, cu ture care, în general, nu se ating. Secțiunea este circulară sau pătratică. Lobii sunt trifizi. Au trăit în Cretacic.

Crioceratites (= *Crioceras*) (Fig. 138-E) (Hauterivian – Barremian). Are o cochilie de tip girocon, turele de spiră nu se ating între ele. Ornamentația constă în coaste bine reliefate ce cuprind între ele grupuri de coaste fine. Este un gen frecvent în Carpații Orientali.

Familia Hamitidae. Sunt cochilii derulate cu coaste pe părțile laterale, întrerupte ventral.

Hamites (Fig. 138-F) (Apțian - Albian). Are cochilia desfășurată, cu trei curburi în formă de U și ornamentată cu coaste rare dar puternice. Secțiunea turei este mai mult sau mai puțin circulară. A fost găsit în Valea Muierii, Bazinul Dâmbovicioarei, Ormeniș (*H. armatum*).

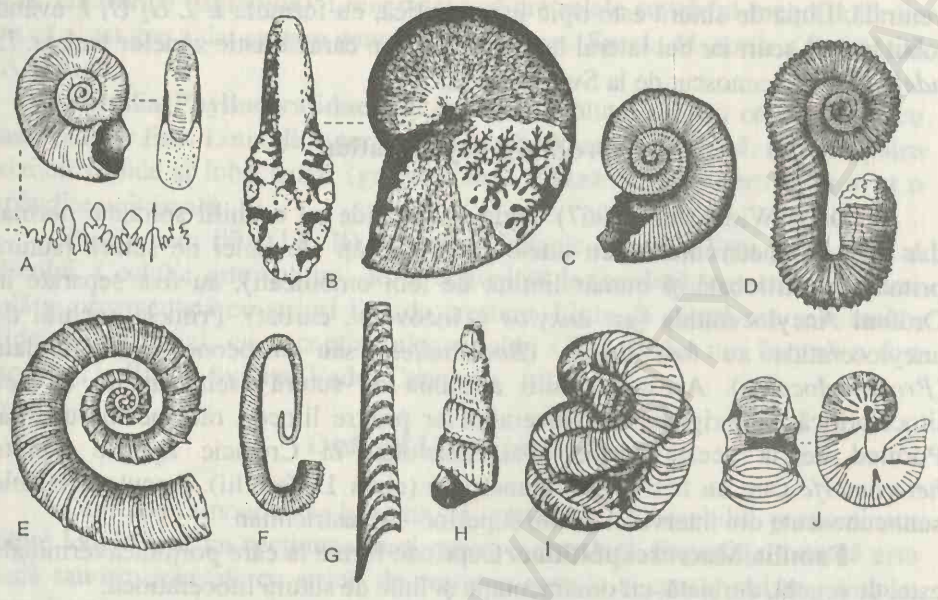


Fig. 138. Phylloceratida. A – *Monophyllites aonis*; B – *Phylloceras heterophyllum*; **Lytoceratida.** C – *Lytoceras adeloides*; **Ancyloceratida.** D – *Macroscaphites* yvanii; E – *Crioceratites (= Crioceras) nolani*; F – *Hamites atenuatus*; G – *Baculites anceps*; H – *Turrilites costatus*; I – *Nipponites mirabilis*; J – *Scaphites* (A, C, F, G, H după V. Barbu, 1968; B după L. Davitaşvili, 1956; D, E, după V. Bodîlevskii, 1951; I după L. Moret, 1940, J din E. Hanganu şi colab., 1983).

Familia Baculitidae. Cochiliile prezintă una - două circumvoluţii urmate de o porţiune derulată, dreaptă. Secţiunea turei este circulară sau ovală. Ornamentaţia este flexuoasă, uneori cu tuberculi ventrali. Linia de sutură cu elemente bifide. Cretacic superior.

Baculites (Fig. 138-G) (Turonian superior – Senonian). Se remarcă prin cochilia dreaptă, (probabil iniţial spiralată) cu secţiunea spirei ovală. La noi în ţară a fost găsit în Valea Lotrului, Valea Olăneşti etc.

Familia Turrilitidae. Cochilia este răsucită helicoidal, dextră sau senestră, ornamentată cu coaste puternice sau noduri. Sifonul subcentral. Albian – Turonian.

Turrilites (Fig. 138-H) (Cenomanian – Turonian inferior). Are o cochilie răsucită helicoidal, asemenea gastropodelor, ornamentată cu coaste şi tuberculi. Specii ale acestui gen se cunosc de la Ormeniş-Perşani şi Valea Carasu-Dobrogea. Acest gen are o mare răspândire geografică în domeniul Tethysului.

Nipponites (Fig. 138-I) (Santonian inferior, Japonia). Prezintă o cochilie aberantă, înrulată neregulat (torticonă), cu coaste inelare simple.

Familia Scaphitidae. La aceste forme cochilia are o înrulare caracteristică (scafitoidă): inițial involută, apoi ultima tură, cu diametru mare, se răsucește în formă de cârjă scurtă.

Scaphites (Fig. 138-J) (Albian superior – Maastrichtian). Este un gen reprezentativ; suprafața cochiliei este ornamentată cu coaste furcate, uneori și cu două - trei șiruri de tuberculi dispuse spiral. De la acest gen se cunosc și aptihii (*Synaptychus*).

Ordinul Ammonitida

Cuprinde amoniți jurasici și cretacici, majoritatea cu cochilii evolute și involute, puternic ornamentate cu coaste și tuberculi. Linia de sutură (Fig. 139) este amonitică, foarte variată și adeseori complicată, sutura primară având cinci, rareori șase lobi. Numai foarte rar linia de sutură prezintă lobi bifizi sau sele filoide. În unele cazuri, prin regresiuni secundare, linia de sutură se simplifică, fiind asemănătoare cu liniile ceratitice și chiar goniatitice.

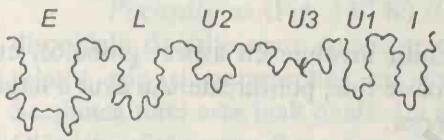


Fig. 139. Linia de sutură amonitică (după O. Geyer, 1973, din E. Hanganu și colab., 1983). *E* – lob extern; *L* – lob lateral; *I* – lob intern; *U* – lob ombilical.

Familia Arietitidae. Sunt forme cu cochilii evolute, larg ombilicate, cu secțiunea spirei subpătratică. Prezintă o carenă ventrală mărginită de șanțuri și coaste laterale, uneori de tuberculi ventrali. Jurasic inferior.

Arietites (Fig. 140-A) (Liasic inferior). Are o cochilie evolută, larg ombilicată și prevăzută lateral cu coaste iar ventral cu trei carene; secțiunea turei este subpătratică. Formula lobară este: $E\ L\ U_2\ U_3\ U_1\ I$ cu variații mari în ceea ce privește dimensiunile elementelor componente. Specii ale acestui gen (*A. obtusus, A. raricostatus*) au fost găsite la noi în țară în Liasicul din Valea Seacă (Bucovina) și Munții Perșani-Racoș.

Familia Amaltheidae. Sunt forme discoidale caracterizate printr-o carenă ventrală cordată. Se cunosc din Jurasic.

Amaltheus (Fig. 140-B) (Liasic superior). Are o cochilie oxiconă, discoidală, cu ombilic dezvoltat și apertură rostrată, prevăzută cu coaste falciforme. Linia de sutură are lobul extern mai scurt decât primul lob lateral. La Cozla-Banat a fost găsit *A. margaritatus*.

Familia Hildoceratidae. Sunt forme cu cochilii discoidale, cu carenă ventrală și șanțuri, ornamentate prin coaste falciforme fine. Adesea, un șanț spiral separă ornamentația ombilicală de cea marginală.

Harpoceras (Fig. 140-C) (Liasic mediu – superior). Are cochilia discoidală, evolută, destul de larg ombilicată, prevăzută uneori cu apofize jugale.

Familia Opeliidae. Sunt forme cu cochilii involute, unicarenate, bicarenate sau tricarenate, cu ornamentație din coaste marginale. Linia de sutură este complexă. Jurasic mediu.

Oppelia (Fig. 140-D) (Dogger). Are o cochilie discoidală, involută, îngust ombilicată, cu coaste majore arcuite și minore scurte, situate numai către marginea ventrală, care este slab carenată. La noi, a fost găsit la Strunga-Bucegi, Hăghimaș, Trascău, Perșani.

Familia Stephanoceratidae. Cochilii cu ombilic adânc, ornamentate caracteristic, cu coaste polifurcate, cu tuberculi. Secțiunea spirei este trapezoidală, mai lată decât înaltă. Jurasic mediu.

Stephanoceras (Fig. 140-E) (Dogger). Prezintă o cochilie evolută, adânc ombilicată, cu secțiunea turei aproape trapezoidală și peristom contractat. Ornamentația constă în coaste simple rare în jurul regiunii ombilicale, terminate cu noduri de la care pornesc coaste bi-, tri- sau polifurcate ce trec neîntrerupt peste partea ventrală. La noi, acest gen a fost găsit în Banat, Bucegi și Munții Bihorului.

Familia Macrocephalitidae. Cochilii involute cu aspect globulos, cu partea ventrală rotunjită, ornamentate cu coaste fine, polifurcate. Au avut o largă răspândire în Dogger superior și Malm inferior.

Macrocephalites (Fig. 140-F) (Dogger). Are o cochilie involută globuloasă, cu ombilic mic și secțiunea turei semilunară. Coastele fine, bi- sau polifurcate, trec peste partea ventrală, rotunjită. La unele specii cochilia atinge dimensiuni gigantice. Răspândire geografică mare. Diverse specii ale acestui gen au fost descoperite la Strunga-Bucegi (*M. subtumidum*, Jurasic), Tichilești – Dobrogea, Moldova Nouă – Banat, Vadul Crișului – Munții Apuseni (*M. macrocephalus*, Callovian).

Familia Parkinsoniidae. Cuprinde forme cu cochilii discoidale, cu ombilic larg și coaste numeroase, slab arcuite și bifurcate. Deschiderea cu apofize jugale. Linia de sutură cu elemente accesorii înclinate.

Parkinsonia (Fig. 140-G) (Dogger). Se caracterizează prin faptul că există un șanț ventral care întrerupe coastele de pe flancuri. *P. parkinsoni* – Hăghimaș, Bucegi.

Familia Perisphinctidae. Prezintă cochilii larg ombilicate, cu coaste simple bi- sau trifurcate, fără noduri, care trec neîntrerupt peste partea ventrală. Jurasic mediu-superior. Familie bogată în specii.

Perisphinctes (Fig. 140-H) (Malm). Se caracterizează prin cochilii mari, chiar gigantice, evolute, cu coaste puternice care se bifurcă sau se trifurcă spre marginea ventrală; coastele trec neîntrerupt peste partea ventrală. Secțiunea turei

este pătratică-rotunjită. Cuprinde numeroase specii importante pentru stratigrafia Jurasicului superior. Din Piatra Craiului (Dogger) se cunoaşte *P. transilvanicus*.

Familia Aspidoceratidae. *Aspidoceras* (Fig. 140-I) (Malm), gen cu răspândire geografică mare, are o cochilie evolută, relativ adânc ombilicată, cu coaste rare, prevăzute cu două rânduri de tuberculi. Secţiunea turei este trapezoidală. Apertura aproape pătrată.

Familia Berriasellidae. Cochilia discoidală este acoperită de coaste bifide, flexuoase, fine, cu tendinţă de dispariţie pe partea ventrală. Jurasic superior- Cretacic superior.

Berriasella (Fig. 140-J) (Tithonic – Berremian). Are o cochilie discoidală, evolută, cu ture aplatizate şi ombilic relativ larg, ornamentată cu coaste uşor sinuoase, simple sau bifurcate, cu noduri în regiunea ombilicală. Peristomul cu apofize jugale. Are o mare răspândire în domeniul Tethysului şi al geosinclinalului circumpacific.

Familia Pachydiscidae. Sunt forme cu cochilii globuloase sau discoidale, cu ombilic relativ mic dar adânc, ornamentate cu coaste ventrale. Au vieţuit în Cretacic, cu apogeul dezvoltării în Albian.

Pachydiscus (Fig. 140-K) (Campanian – Maastrichtian). Are o cochilie discoidală de talie mare (poate trece de 1 m diametru), involută, cu ombilic relativ mic şi ornamentată cu coaste ombilicale şi coaste latero-ventrale. Secţiunea turei este înalt ovală. La noi este cunoscut din multe localităţi: Valea Olăneşti, Stânişoara-Bucovina, Babadag, Valea Prahovei, sudul Munţilor Apuseni etc.

Familia Douvilleiceratidae. Sunt cochilii masive evolute, cu ombilic adânc, ornamentate cu noduri dispuse în şiruri, alcătuind coaste puternice. Barremian - Albian.

Douvilleiceras (Fig. 140-L) (Albian inferior – mediu). Are secţiunea spirei rotundă sau poligonală. Ornamentaţie cu coaste tuberculate. Linia de sutură este simplificată, cu sele largi, mai slab crestate. Este lipsit de tuberculi sifonali. *D. mamillatum* – Valea Carasu (Dobrogea).

Familia Hoplitidae. Au o ornamentaţie caracteristică, cu coaste curbate spre partea anterioară şi noduri ombilicale şi ventrale. Marginea sifonală cu şanţ. Albian – Cenomanian.

Hoplites (Fig. 140-M) (Albian mediu). Are cochilia masivă, involută, comprimată lateral şi ombilicată. Secţiunea turei este dreptunghiulară sau trapezoidală. Linia de sutură prezintă primul lob lateral mai adânc decât lobul sifonal. Ornamentaţia constă din coaste proverse care pornesc câte două sau trei dintr-un tubercul gros situat în regiunea ombilicală, şi care se întrerup în regiunea ventrală.

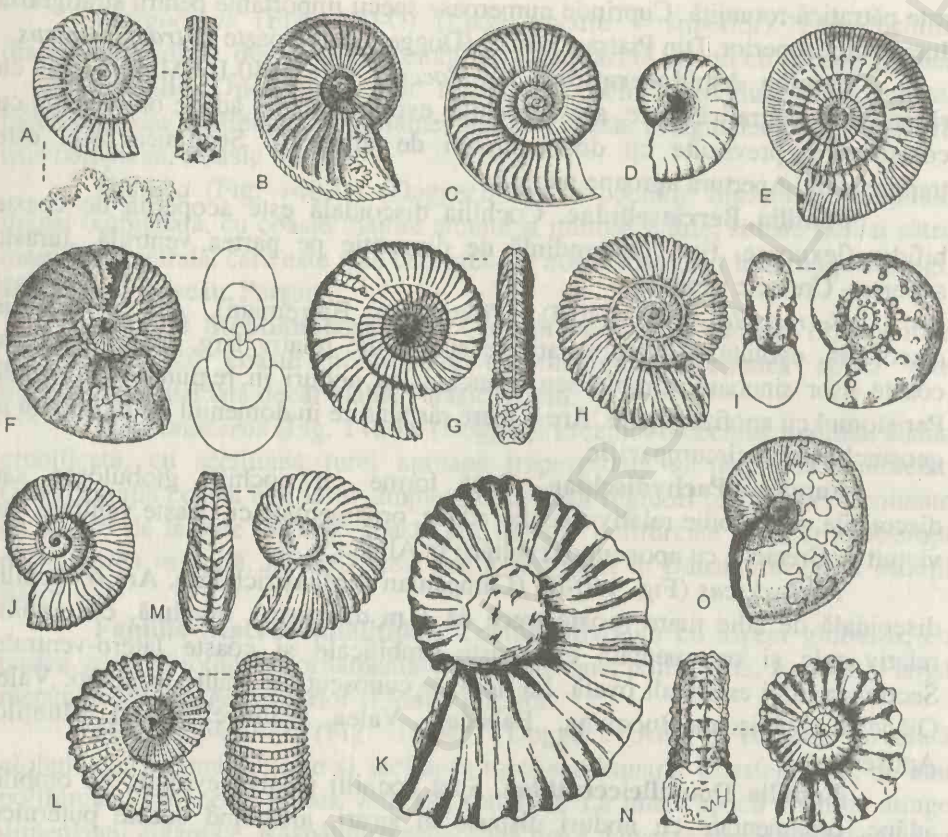


Fig. 140. Ammonitida. A – *Arietites bucklandi*; B – *Amaltheus margaritatus*; C – *Harpoceras (Grammoceras) radians*; D – *Oppelia fusca*; E – *Stephanoceras humphriesianum*; F – *Macrocephalites (Cranocephalites) pompeckji*; G – *Parkinsonia parkinsoni*; H – *Perisphinctes nikitini*; I – *Aspidoceras*; J – *Berriasella (= Fouriella) boissieri*; K – *Pachydiscus (Parapachydiscus) levyi*; L – *Douvilleiceras mammillatum*; M – *Hoplites dentatus*; N – *Acanthoceras rothomagense*; O – *Tissotia tissoti* (A după L. Davitaşvili, 1956; B, C, E, F, G, H, M, L după V. Bodîlevskii, 1951; D, J, K, N, O după V. Barbu, 1968; I după E. Manoliu şi M. Orbocea, 1981).

Familia Acanthoceratidae. Cochilii cu coaste radiare tuberculate, cu un şir caracteristic de tuberculi sifonali. Cenomanian – Turonian.

Acanthoceras (Fig. 140-N) (Cenomanian). Se caracterizează prin cochilii evolute, de talie mijlocie, globuloase, ornamentate cu numeroşi tuberculi; pe laturi, tuberculii sunt uniţi prin coaste. Secţiunea turei este pătrată. Linia de sutură are sele largi, crestate şi lobi bifizi. *A. rhotomagense* a fost găsit în Haţeg (Cenomanian).

Familia Tissotiidae. Cochilii cu secţiunea spirei ogivală, discoidală. Linia de sutură este pseudoceratitică. Prezintă trei rânduri de tuberculi: ombilicali, marginali şi sifonali.

Tissotia (Fig. 140-O) (Coniacian – Santonian inferior). Are o cochilie involută, cu ombilic redus; secţiunea turei este ogivală. Linia de sutură este simplă, pseudoceratitică, cu lobi dinţaţi şi sele netede. Ornamentaţia este slab dezvoltată, fiind constituită din tuberculi periombilicali din care pornesc coaste unice sau perechi, care se termină sub un rând de tuberculi marginali alungiţi. Marginea ventrală prezintă o carenă netedă sau numai excepţional crenelată.

Originea şi evoluţia ammonoideelor. Amonoideele au apărut în Devonianul inferior, având originea în Bactritoidea. Evoluţia amonoideelor s-a derulat în următoarele direcţii:

- de la forme sferocone spre forme derulate sau drepte;
- de la forme mici spre forme mari, chiar gigantice;
- de la forme cu ornamentaţie slabă sau absentă la forme cu ornamentaţie puternică, cu coaste, noduri şi ţepi;
- linia de sutură, simplă, goniatitică la goniatiţii devonieni, se complică până la cea de tip amonitic din Jurasic, pentru ca, spre sfârşitul existenţei grupului, să revină la forma ceratitică sau chiar goniatitică.

Primele ammonoidee sunt reprezentate de Anarcestida, care şi-au făcut apariţia în Devonian. Goniatiţii propriu-zişi ating apogeul în Devonian, timp în care se cunosc peste 150 de specii. După un declin brusc ei dispar la sfârşitul Paleozoicului cu excepţia unui singur gen – *Pseudogastrioceras* – întâlnit în Triasicul inferior. Clymeniidele, caracterizate prin poziţia internă (dorsală) a sifonului, au încă o origine obscură. Prolecanitidele, un grup restrâns apărut în Carbonifer, au evoluat în privinţa liniei de sutură, dând naştere în Permianul superior ceratiţilor. Triasicul este marcat de abundenţa ceratiţilor (Ceratitida). După un declin foarte puternic, înregistrat la sfârşitul Triasicului, ammonoideele cunosc o remarcabilă dezvoltare în Jurasic şi Cretacic, de când se cunosc circa 840 de genuri.

Din Ceratitida, prin complicarea liniei de sutură, au evoluat la începutul Jurasicului Phylloceratida, pe de o parte, şi Lytoceratida, pe de altă parte. Reprezentanţii Ordinului Ammonitida ar avea originea printre puţinele genuri de Phylloceratida care au supravieţuit Triasicului şi, eventual, printre formele primitive de Lytoceratida.

La sfârşitul Cretacicului, pe când grupul era bine reprezentat, amoniţii intră într-un declin accentuat şi dispar împreună cu alte elemente de faună marină şi terestră. Cauzele acestei mari extincţii nu sunt lămurite definitiv, fiind

avansate numeroase ipoteze, de la o schimbare globală a climei, la catastrofe de origine vulcanică sau cosmică, până la factori biologici, genetici.

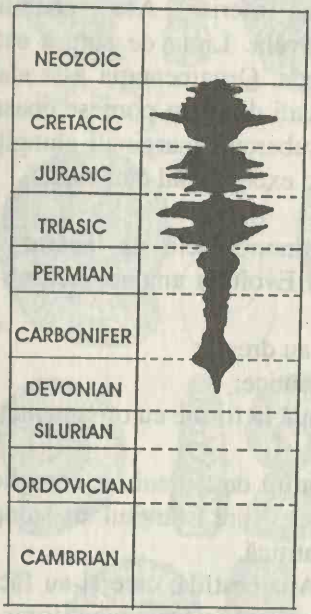


Fig. 141. Distribuția stratigrafică a ammonoideelor (bazat pe House, în G. Krumbiegel și H. Walther, 1984).

Distribuție stratigrafică. Apărute în Devonian, ammonoideele au cunoscut cea mai mare diversificare în Jurasic și Cretacicicul inferior, apoi un declin foarte accentuat la sfârșitul Triasicului și altul la sfârșitul Cretacicului, când au dispărut. definitiv (Fig. 141).

Filogenie. Relațiile filogenetice ale ammonoideelor sunt prezentate în figura 149.

Paleoecologie. Modul de viață al amonoideelor era probabil asemănător cu cel al nautiloideelor, cu care se înrudeau și se asemănau. Adulții erau carnivori și trăiau, în special, în zona neritică. Cei cu cochilii oxicone, netede, erau probabil buni înotători (pe verticală și pe orizontală), fiind adaptați la viața nectonică iar cei cu cochilii care aveau prelungiri țepoase erau planctonici. Forma discoidală a cochiliei permitea rotirea rapidă în direcția deplasării pe care o realiza jetul puternic de apă expluzat de pâlnie. Amoniții cu cochilii heteromorfe erau preponderent bentonici. Ei se puteau deplasa pe fundul marin cu ajutorul brațelor sau puteau înota pe anumite distanțe. Majoritatea amonoideelor erau răspândite în mări epicontinentale unde coborau până la circa 200 de metri. Morfologia cochiliilor sugerează că filocerii și litocerii puteau coborî la adâncimi mai mari, de până la 500 de metri.

Subclasa Coleoidea (Endocochilia, Dibranchia)

Coleoideele (Fig. 142) sunt cefalopodele cele mai evoluate care, cu excepția genului *Nautilus*, reprezintă totalitatea cefalopodelor actuale. Denumirea lor provine de la morfologia cochiliei interne, de forma unei teci de sabie (gr. *coleos* – teacă de sabie), de la faptul că prezintă cochilie internă (Endocochilia) și două branhii (Dibranchia). La nivelul capului, formele actuale prezintă zece brațe (Decapoda) sau opt brațe (Octopoda).

Coleoideele sunt cele mai mobile cefalopode. În evoluția lor, cochilia internă s-a redus până la dispariție. În fauna actuală sunt reprezentate prin circa 730 de specii, de tipul sepiei, calmarului sau al caracatiței. Dintre formele fosile, cei mai numeroși și importanți sunt *belemniții* (Ordinul Belemnitida). Belemniții, aveau aspectul unui calmar, dar prezentau o cochilie calcaroasă internă mai dezvoltată, formată din trei părți (Fig. 142-C-F): *fragmoconul* – partea centrală compartimentată – de formă conică; o prelungire lamelară, dorsală, a fragmoconului numită *proostracum,* și o prelungire posterioară masivă, de formă conică – *rostrum.* Aceste elemente ale cochiliei se vor regăsi, mai mult sau mai puțin dezvoltate, la celelalte ordine de coleoidee.

Coleoideele se cunosc din Carboniferul superior; în Mesozoic au cunoscut cea mai mare dezvoltare iar, din a doua parte a Terțiarului, intră într-un declin accentuat.

Clasificare. Subclasa Coleoidea cuprinde șapte ordine: Aulacocerida, Belemnitida, Phragmoteuthida, Teuthida, Sepiida, Vampyromorpha și Octopoda.

Ordinul Aulacocerida

Aici sunt incluse genuri primitive și vechi, cu fragmocon foarte dezvoltat în raport cu rostrumul, amintind de Orthocerida, dar mai ales de Bactritoidea. Fragmoconul se caracterizează prin camere înalte (unghiul apical este cuprins între 5 – 12^0), septe rare, și poziția ventrală a sifonului. Pâlniile septale sunt orientate spre partea anterioară, ca la ammonoide (*procoanitice*). Rostrumul este mic iar proostracumul foarte puțin dezvoltat. Aulacoceridele se cunosc din Carboniferul superior până în Jurasic, cu apogeul evolutiv în Triasic.

Aulacoceras (Fig. 143-A) (Triasic). Are rostrumul drept, de 25 cm lungime, lățit treptat către partea anterioară și acoperit cu coaste longitudinale proeminente (circa 40 la număr). Fragmoconul este de două ori mai lung decât rostrumul.

Atractites (Fig. 143-B) (Triasic mediu – Malm). Este caracterizat prin rostrum cilindric și fragmoconul separat în camere prin septe rare.

Ordinul Belemnitida

Belemniții (gr. *belemnon* – săgeată) sunt coleoidee exclusiv fosile, strămoșii decapodelor actuale. Sunt cunoscuți după cochilii fosilizate din care, cel mai frecvent, se păstrează rostrumul, dar și după unele impresiuni ale corpului moale.

Fragmoconul (Fig. 142-C, E) are formă conică, cu unghiul apical variabil (5 – 30^0), fiind ușor turtit dorso-ventral și arcuit endogastric. El este

împărţit în camere prin septe străbătute ventro-lateral de un sifon cu pâlnii retrosifonate. Protoconca şi sifonul sunt formate din fosfat de calciu, pe când învelişul extern al fragmoconului (*conoteca*) şi septele sunt aragonitice. Fragmoconul corespunde, din punct de vedere funcţional, cu partea compartimentată a cochiliilor de nautiloidee şi amonoidee; rareori se păstrează prin fosilizare.

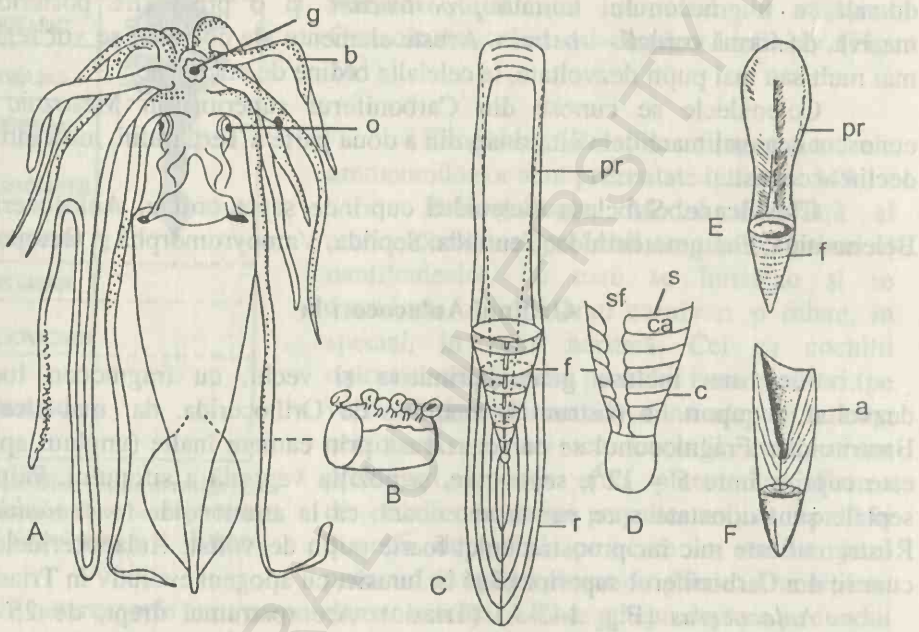


Fig. 142. Coleoidea. A – coleoideu actual (*Architeuthis*); B – fragment de braţ cu ventuze; C – cochilie internă de *Belemnites*; D – fragmocon; E – fragmocon şi proostracum de belemnit; F – rostrum de belemnit (după V. Barbu, 1968); a – alveola; b – braţ (bucal sau tentacular); c – cochilie; ca – camere; f – fragmocon; g – gura; o – ochi; pr – proostracum; r – rostrum; s – sept; sf – sifon.

Proostracumul este o prelungire dorsală şi anterioară, ca o lamă, a conotecii fragmoconului (Fig. 142-C). El este format dintr-un înveliş cornos şi o parte internă, aragonitică, subţire. Dezvoltarea lui începe de la ultimul sept al fragmoconului şi poate fi comparat sau chiar omologat cu camera de locuit a amonoideelor.

Rostrumul (Fig. 142-C, F) este partea posterioară a cochiliei unui belemnit, cea mai tânără morfogenetic şi, de obicei, cea care se păstrează prin fosilizare. El are, în general, formă cilindro-conică dar se pot individualiza

câteva tipuri morfologice: *conirostrid* (conic), *clavirostrid* (în formă de lanțetă), *dactilorostrid* (digitiform) sau *cultrirostrid* (aplatizat).

Structural, rostrumul este alcătuit dintr-o alternanță de lamele organice și anorganice dispuse concentric în jurul unui ax longitudinal, ca niște cornete introduse unele în altele, numite *amfiteci*. Adeseori, amfitecile organice s-au păstrat sub formă de limonit iar cele anorganice sub formă de prisme de calcit. La partea superioară, rostrumul prezintă o scobitură conică – *alveola* – în care se dezvolta fragmoconul. Suprafața rostrumului poate prezenta impresiuni fine, vermiculate, șanțuri, canale și fante alveolare cu importanță pentru sistematică. La unele genuri jurasice, terminal, rostrumul prezintă o prelungire numită *epirostrum*, care poate depăși de două - trei ori mărimea rostrumului.

S-a observat că cele trei părți ale cochiliei belemniților sunt variabile ca mărime.

Primele genuri de belemniți, cunoscute din Triasic, se caracterizează prin fragmocon mare și rostrum mic. În timpul evoluției, rostrumul se mărește și fragmoconul se micșorează (belemniții din Jurasic și Cretacic). În Neozoic, urmașii belemniților au dezvoltat mult proostracumul, rostrumul și fragmoconul fiind mult reduse.

Belemniții erau animale nectonice și duceau o viață asemănătoare cu cea a sepiilor și a calmarilor actuali.

Pentru clasificarea belemniților se ține cont de prezența și modul de dispunere a șanțurilor rostrale și aspectul fantei alveolare.

Familia Belemnitidae. Cuprinde belemniții adevărați, din Jurasic și Cretacic, cu rostrum și proostracum mari. Fragmoconul este redus și prezintă numeroase camere prevăzute cu depozite intracamerale.

Megateuthis (Fig. 143-D) (Liasic superior – Dogger). Se caracterizează prin rostrum uriaș, de până la 1,5 m lungime, secțiunea transversală ovală; prezintă șanțuri dorso-laterale adânci și câte un șanț ventral și unul dorsal, mai slabe;

Hibolites (Fig. 143-E) (Dogger mediu – Malm). Are rostrum alungit, lanceolat, cu șanțuri laterale evidente. Alveola ocupă o pătrime din lungimea rostrului.

Duvalia (Fig. 143-F) (Dogger – Cretacic inferior). Are un rostrum turtit lateral (cultrirostrid) și prezintă un șanț alveolar dorsal scurt, situat numai în regiunea alveolară.

Belemnitella (Fig. 143-G) (Cretacic superior). Are rostrum cilindric, dactilorostrid, cu suprafața vermiculată (urme ale vaselor de sânge?) și cu fantă alveolară ventrală.

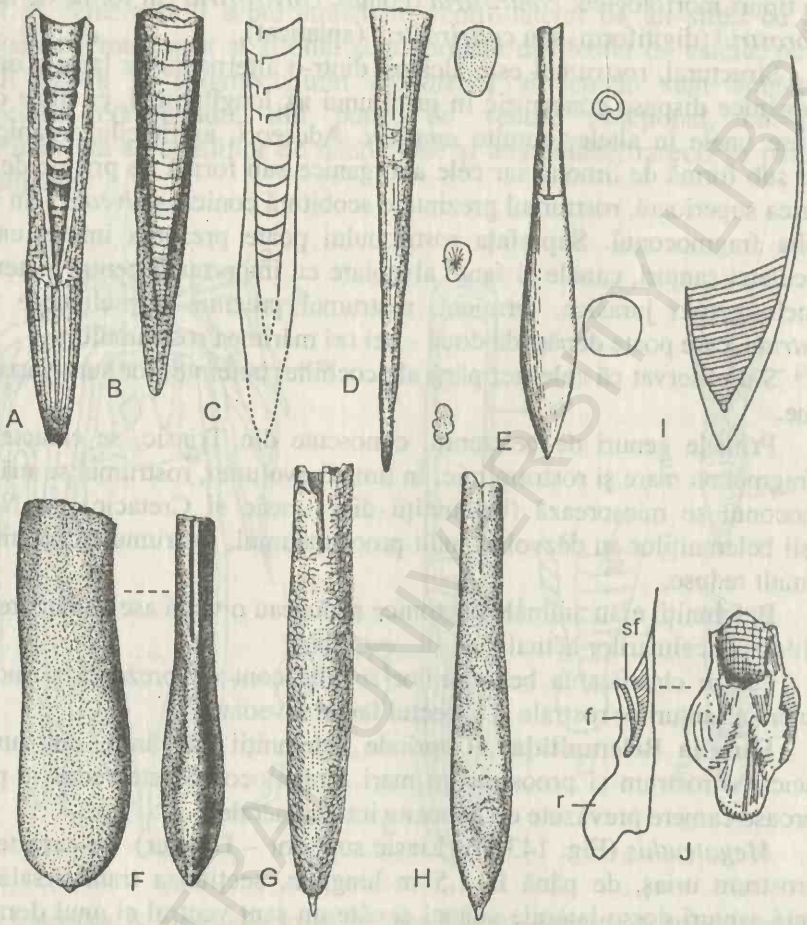


Fig. 143. Aulacocerida. A – *Aulacoceras timarensis*; B – *Atractites*; C – *Atractites pusillus*; **Belemnitida.** D – *Megateuthis giganteus*; E – *Hibolites jaculum*; F – *Duvalia lata*; G – *Belemnitella mucronata*, H – *Belemnitella lanceolata*; I – *Belemnoteuthis* (schemă); J – *Belopțera* (A-E şi H după V. Barbu, 1968; F şi G după V. Bodîlevskii, 1951; I din P. Grassé, 1989; J după L. Moret, 1940); f – fragmocon; sf – sifon; r – rostrum.

Familia Belemnoteuthidae. Sunt forme cunoscute din intervalul Triasic - Cretacic, cu proostracum dezvoltat dar subțire, fragmocon conic-drept şi rostrum scurt, puternic, cu fibre radiare.

Belemnoteuthis (Fig. 143-I) (Dogger – Malm). De la acest gen, descoperit în Anglia, se cunosc şi impresiuni ale corpului moale (brațe, pungă cu cerneală, mușchi palial şı pâlnie).

Familia Neobelemnitidae. Trecerea de la belemniţii propriu-zişi, cretacici, la sepioidele terţiare s-a realizat prin neobelemniţi. Aceştia aveau rostrum scurt, adeseori cu şanţuri laterale iar fragmoconul cu tendinţa de curbare.

Beloptera (Fig. 143-J) (Eocen inferior – Oligocen inferior). Are un rostrum drept, scurt dar masiv, bombat ventral, prevăzut pe margini cu expansiuni laterale ca nişte aripioare. Fragmoconul este la început curbat, apoi se continuă drept.

Ordinul Phragmoteuthida

Sunt coleoidee fosile cu proostracum în formă de evantai, separat prin două cute longitudinale, convexe dorsal, în două plăci laterale şi una mediană. Acest proostracum este mult mai lung decât fragmoconul, care este brevicon, şi decât rostrumul, mic şi subţire. Se cunosc de la sfârşitul Paleozoicului (*Permoteuthis,* Permian) şi începutul Mesozoicului (*Phragmoteuthis*, Triasic - Fig. 146-B).

Ordinul Teuthida

Cuprinde coleoidee decapode de tipul calmarilor actuali, cu o cochilie internă numită *gladius*, având aspectul unei lame fine, cornoase, slab calcifiată în stare fosilă, care reprezintă proostracumul (Fig. 146-A). Fragmoconul este redus la un mic con terminal iar rostrumul lipseşte. Teutidele se cunosc începând din Liasic (*Teudopsis*). La *Plesioteuthis* (Malm superior) gladiusul este prevăzut cu un con ascuţit şi un rostrum rudimentar.

Ordinul Sepiida

Cuprinde coleoidee decapode de tipul sepiei cu cochilie internă, situată dorsal, bine dezvoltată şi calcifiată. Rostrumul este redus la o simplă îngroşare terminală iar fragmoconul prezintă o tendinţă pronunţată de curbare ventrală. Primii reprezentanţi ai sepiilor se cunosc din Cretacicul superior.

Spirulirostra (Fig. 146-C) (Oligocen - Miocen). Are fragmoconul la început plan-spiral, apoi drept, rostrum scurt şi ascuţit.

Spirula (Fig. 146-D) (?Miocen - Actual). Prezintă un fragmocon giroconic (30 – 35 camere) endogastric şi rostrum redus la o pătură foarte subţire care îl înveleşte. Proostracumul ancestral este absent. Reprezentanţii actuali, care ating 10 cm lungime, populează regiunile tropicale şi subtropicale ale Pacificului şi Atlanticului, la adâncimi cuprinse între o mie şi două mii de metri.

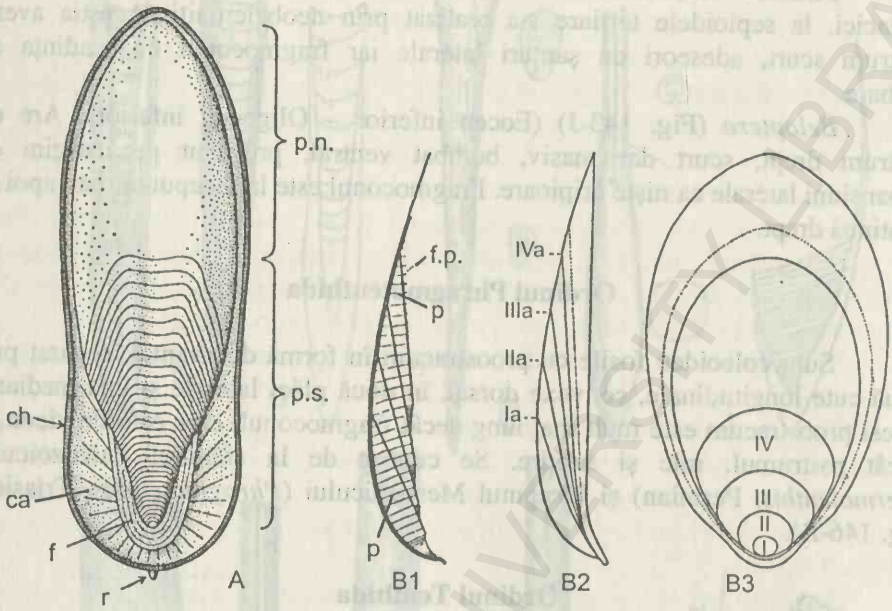


Fig. 144. Cochilia de *Sepia officinalis* (Actual) (după P. P. Grassé, 1989). A – cochilie adultă văzută ventral; B – cochilie embrionară în secțiune sagitală (B1), vedere laterală (B2) și vedere ventrală (B3); ca – partea calcaroasă a marginii cochiliei; ch – partea chitinoasă a marginii cochiliei; f – furculița – interpretată de Naef ca partea ventrală redusă a fragmoconului; f. p. – pilieri în formare; p – pilieri; p. n. – partea netedă (= ultimul sept); p. s. – partea striată, striurile reprezentând marginea posterioară a septelor; I-IV – marginea posterioară a primelor patru septe; Ia-Iva – marginea anterioară a primelor patru septe.

Belosepia (Fig. 146-E) (Eocen). Are un fragmocon răsucit inițial endogastric, rostrum puternic, îndoit dorsal, la baza căruia se inseră, mediodorsal, o expansiune crestată cu contur neregulat.

Sepia (Eocen - Actual). Este un gen actual cu o cochilie numită *sepion*, conformată pentru a servi mai ales la plutire (Fig. 144). Aceasta are un rostrum mic, rudimentar și ascuțit, fragmoconul este redus iar proostracumul s-a dezvoltat în formă de pană. Fața ventrală a sepionului, în prima sa treime, este netedă și corespunde cu ultimul sept al fragmoconului. Pe celelalte două treimi se găsesc striații sinuoase foarte dese, orientate concentric spre extremitatea posterioară – așa numitul rostru al cochiliei. Aceste striuri corespund cu marginea septelor corespunzătoare părții dorsale a sifonului care, aici, este redus la un minuscul intrând al extremității posterioare a cochiliei. Camerele cochiliei sunt întărite prin benzi de susținere cu rol de pilieri.

Există şi opinia că lama dorsală a sepionului nu ar reprezenta un proostracum, care ar fi dispărut în cursul evoluţiei, ci o neoformaţie care a înlocuit proostracumul.

Ordinul Vampyromorpha

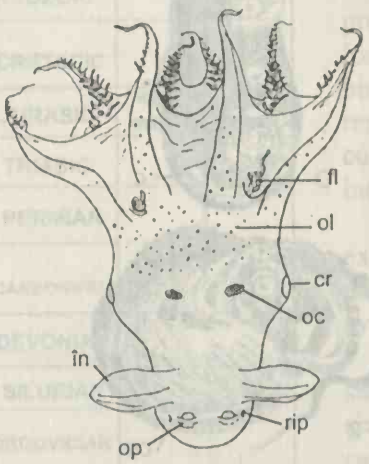


Fig. 145. *Vampyroteuthis infernalis* (Actual) (după P. Grassé, 1989); cr – cristalin; fl – filament; în – înotătoare; oc – organe luminoase compuse; ol – organe luminoase; op – organe luminoase ale înotătoarei ci pleoapă; rip – rudiment al înotătoarei posterioare.

Grupul vampiromorfelor a fost mult timp considerat ca un subordin de octopode. Ele prezintă opt braţe reunite la bază într-o palmură şi prevăzute cu un singur şir de ventuze pedunculate, mărginite de două serii de ciri. Între braţele I şi II se găsesc două filamente puternic retractile. Vampiromorfele prezintă o pereche de înotătoare (în stadiile juvenile sunt două perechi dar cea posterioară se resoarbe), fixate direct pe sacul cochilier, şi o cochilie de natură organică care se apropie de cea a phragmoteuthidelor şi a teutidelor arhaice. Astfel, proostracumul, bine dezvoltat, este constituit ca cel de la phragmoteuthide dintr-un câmp median separat prin două pliuri de părţile laterale extinse. Aceste extinderi laterale sunt separate prin alte două pliuri de aripile laterale ale conului terminal (fragmoconul redus).

Vampiromorfele sunt considerate cele mai primitive coleoidee actuale. Nu se cunosc în stare fosilă. Acest grup s-ar fi izolat de stocul phragmotheutoid după separarea belemniţilor şi a sepioidelor. Ele sunt cunoscute din Jurasicul superior iar în fauna actuală persistă opt genuri. *Vampyroteuthis infernalis* (lungimea mantalei 55 mm) este o specie care trăieşte astăzi în apele adânci atlantice şi indopacifice (Fig. 145).

Ordinul Octopoda

Cuprinde coleoidee octopode, cu cochilie rudimentară, cornoasă, în formă de şa, uneori absentă. Se cunosc puţine octopode fosile, cele mai vechi datând din Cretacicul superior. Originea octopodelor este necunoscută. Unii

autori consideră că grupul s-ar fi separat de ansamblul teutidelor în Jurasicul mediu sau poate chiar în Triasic.

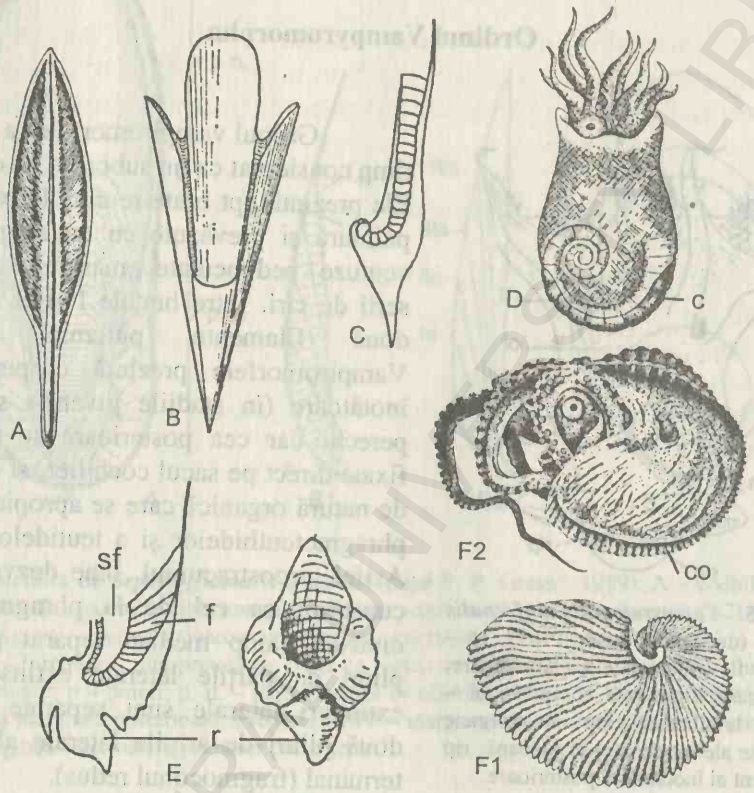


Fig. 146. Teuthida. A – gladius de *Loligo* (Actual); **Phragmoteuthida** B – *Phragmoteuthis*; **Sepiida.** C – *Spirulirostra* (Miocen); D – *Spirula* (Actual); E – *Belosepia* (Eocen); **Octopoda.** G – *Argonauta* (Actual): F1 – cochilia ovigeră; F2 – femela care poartă cochilia ovigeră (A, D și G după V. Radu, 1967; B, C, F după P. Grassé, 1989; E după L. Moret, 1940); c – cochilie; co – cochilie ovigeră; f – fragmocon; r – rostrum; sf – sifon.

Palaeoctopus (Cretacic superior). Este reprezentat de o impresiune a întregului corp, de 4,5 cm lungime, cu brațe robuste, de 10 cm lungime, prevăzute cu un singur rând de ventuze.

Argonauta (Fig. 146-F) (Pliocen – Actual). Se caracterizează prin faptul că femela secretă prin tegumentul brațelor dorsale o cochilie ovigeră externă necompartimentată. Resturile fosile ale acestui gen, relativ numeroase, au fost găsite în unele depozite neogene din Europa, Japonia, Noua Zeelandă.

Distribuția stratigrafică a coleoideelor. Apărute în Carboniferul superior, coleoideele ating apogeul evolutiv în Jurasicul inferior (Liasic) după care intră într-un regres treptat, care se accentuează la limita Eocen - Oligocen și se continuă și astăzi (Fig. 147).

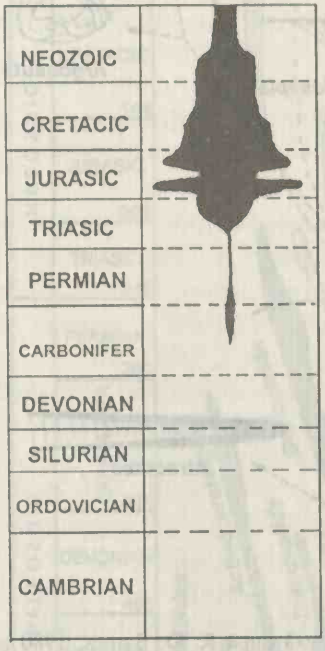


Fig. 147. Distribuția stratigrafică a coleoideelor (bazat pe A. H. Müller, 1961).

Filogenia coleoideelor (Fig. 148). Se consideră că primele coleoidee aulacoceride provin din Bactritoidea, având cochilii longicone, ortocoanitice, la care fragmoconul prezintă camere înalte. Aulacoceridele au reprezentat un stadiu intermediar între formele cu cochilie externă și tipul derivat, cu cochilie internă.

Trecerea de la un cefalopod cu cochilie externă la tipul actual al coleoideelor cu cochilie internă presupune un ansamblu de procese evolutive strâns legate unul de altul:

- extinderea mantalei, cu musculatura încă slab dezvoltată, pe suprafața externă a cochiliei și în cele din urmă formarea unui *sac cochilier* care să înglobeze toată cochilia;
- formarea unui *rostru* mineralizat produs de epiteliul sacului cochilier;
- reducerea pereților camerei de locuit de tip arhaic, mai întâi a peretelui ventral, apoi a celui lateral, și constituirea unui *proostracum*;
- evoluția unei mantale puternic *musculare* în regiunea devenită liberă.

Sensul evoluției coleoideelor a fost către mărirea vitezei de deplasare și reacție, prin reducerea, până la dispariție, a cochiliei interne. Coleoideele primitive triasice se caracterizează prin fragmocon mare și rostrum mic. La formele jurasice și cretacice, rostrumul se mărește și fragmoconul se micșorează iar în Neozoic, apar tipurile moderne la care rostrumul și fragmoconul se reduc mult, în schimb ia o mare dezvoltare proostracumul.

Relațiile filogenetice dintre diferitele ordine ale acestei subclase sunt încă dezbătute.

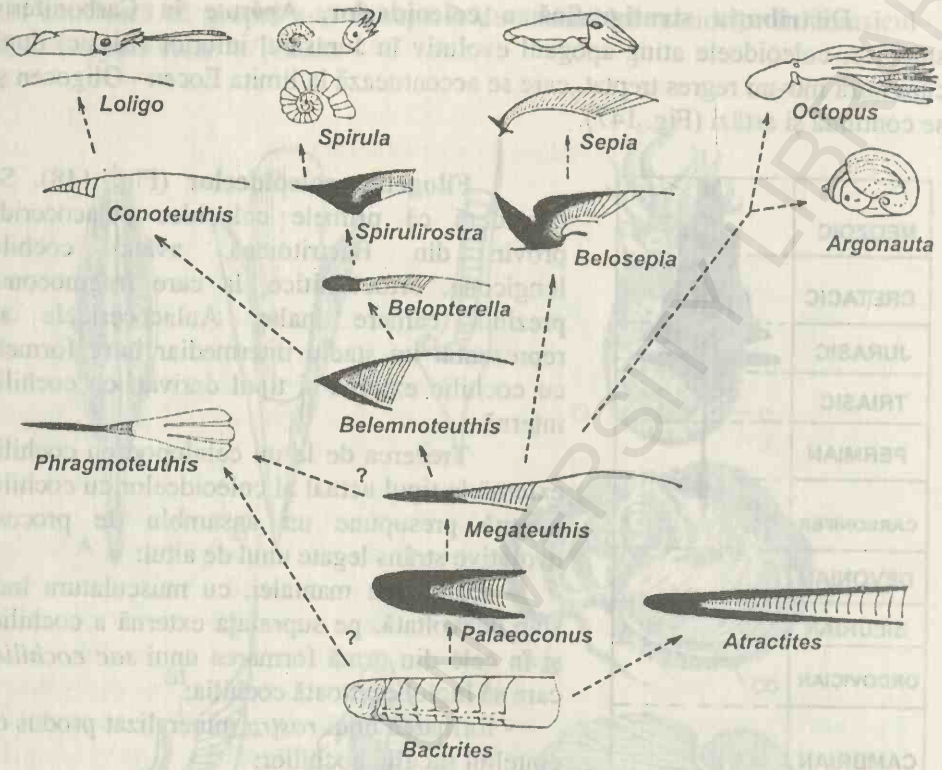


Fig. 148. Principalele direcții de evoluție la Coleoidea (sinteză după R. D. Barnes, 1980 și Teichert, 1967). *Bactrites* – Bactroidea; *Palaeoconus*, *Atractites* – Aulacocerida; *Megateuthis*, *Belemnoteuthis* – Belemnitida; *Belopterella*, *Belosepia*, *Sepia* – Sepiida; *Phragmoteuthis* – Phragmoteuthida; *Conoteuthis*, *Loligo* – Teuthida; *Octopus*, *Argonauta* – Octopoda.

Originea și evoluția cefalopodelor. Cefalopodele ar fi putut evolua din *monoplacofore* cu cochilia în formă de con înalt și septat. Apariția septelor a reprezentat un proces adaptativ oarecare în condițiile unei vieți bentonice, de animal târător. Apariția ulterioară a sifonului a însemnat o inovație adevărată care a marcat apariția cefalopodelor propriu-zise. Camerele apicale ale cochiliei au fost mai întâi umplute cu fluid dar, o dată cu evoluția sifonului, a fost posibilă producerea de gaz. Inițial, fiecare cameră plină cu gaz ajuta, probabil, numai la menținerea cochiliei în poziție ridicată în timp ce animalul se deplasa pe fundul apei. Înotul și invadarea domeniului pelagic au depins de evoluția pâlniei (hiponomul).

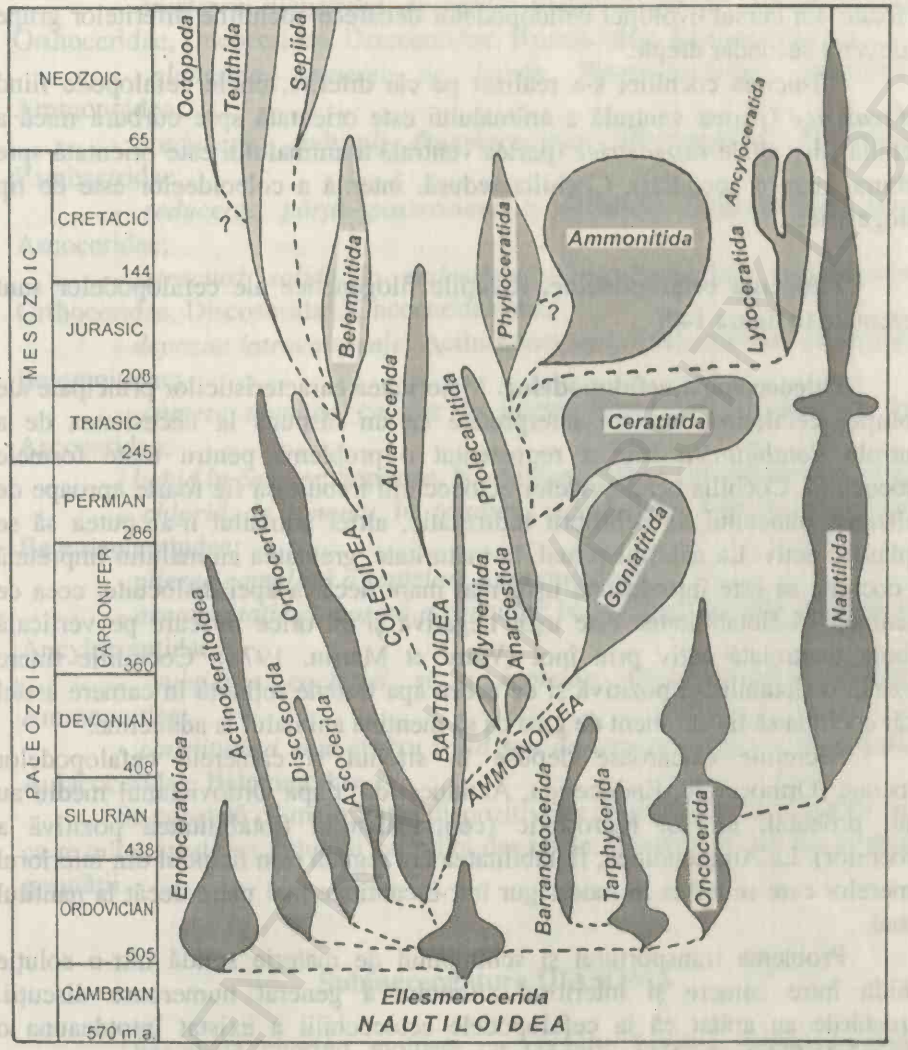


Fig. 149. Filogenia cefalopodelor (bazat pe W. Sweet şi R. C. Moore, 1964 şi pe Kennedy, 1977).

Primele cochilii de cefalopode se crede că erau conice, drepte sau curbate, având suprafaţa ventrală concavă (erau deci *endogastrice*). Cochiliile drepte ale unor specii din Ordovician depăşeau 5 m lungime iar apertura era de 36 cm în diametru. Faptul că o cochilie este dreaptă sau curbă nu este întotdeauna un indicator de primitivitate pentru reprezentanţii diferitelor

perioade din cursul evoluției cefalopodelor deoarece cochiliile diferitelor grupe au devenit secundar drepte.

Răsucirea cochiliei s-a realizat pe căi diferite, unele cefalopode fiind *endogastrice* (partea ventrală a animalului este orientată spre curbura mică a cochiliei) iar altele *exogastrice* (partea ventrală a animalului este orientată spre curbura mare a cochiliei). Cochilia redusă, internă a coleoideelor este de tip endogastric.

Filogenia cefalopodelor. Relațiile filogenetice ale cefalopodelor sunt prezentate în figura 149.

Paleoecologia cefalopodelor. Majoritatea caracteristicilor principale ale evoluției cefalopodelor sunt interpretate ca un răspuns la necesitatea de a controla *flotabilitatea* care a reprezentat o problemă pentru toate formele ectocochilii. Cochilia cefalopodelor ectocochilii trebuie să fie foarte aproape de realizarea punctului de echilibru hidrostatic, altfel animalul n-ar putea să se deplaseze activ. La nautilul actual, la maturitate, greutatea animalului împreună cu cochilia sa este întotdeauna ușor mai mare decât a apei dislocuite, ceea ce înseamnă că flotabilitatea este ușor negativă și că orice mișcare pe verticală trebuie controlată activ prin înot (Ward et Martin, 1978). Cochiliile tinere prezintă o flotabilitate pozitivă și de aceea apa trebuie reținută în camere astfel încât cochilia să fie suficient de grea ca să mențină animalul la adâncime.

Secrețiile calcaroase depuse în sifonul și camerele cefalopodelor ortocone (Orthocerida, Endocerida, Actinocerida) după Ordovicianul mediu au avut, probabil, un rol hidrostatic (contrabalansau flotabilitatea pozitivă a camerelor). La Ammonoidea, flotabilitatea era reglată prin lichidul din interiorul camerelor care se găsea în mod sigur într-o cantitate mai mare decât la nautilul actual.

Problema transportului și schimbului de materie solidă într-o soluție lichidă între camere și interiorul sifonului a generat numeroase discuții. Cercetările au arătat că la cefalopodele ectocochilii a existat întotdeauna o trecere a lichidului în dublu sens prin peretele sifonului.

Pentru a controla flotabilitatea, greutatea trebuie fie să crească, fie să scadă. La diferite grupe de cefalopode, aceste două obiective au putut fi atinse prin dezvoltarea unei mari diversități de dispozitive. Se poate presupune că facultatea de a reține lichid în interiorul camerelor – unul dintre numeroasele moduri de a controla flotabilitatea – a evoluat separat la diferite grupe de cefalopode. Prezentăm în continuare anumite dispozitive de reglare a flotabilității și grupele la care au fost evidențiate:

- *creşterea numărului de septe*: Plectronoceridae, Ellesmeroceridae, Orthoceridae, Oncoceridae, Discosoridae, Bactritoidea, Ammonoidea etc.;

- *alungirea camerei de locuit*: Plectronoceridae, Bactritoidea, Ammonoidea;

- *reducerea mărimii fragmoconului*: Oncoceridae, Discosoridae, Parabactridae;

- *reducerea părţii posterioare a cochiliei*: Orthoceridae (rareori), Ascoceridae;

- *structuri solide în endosifon*: Actinoceratoidea, Endoceratoidea, Orthoceridae, Discosoridae, Oncoceridae etc.;

- *depozite intracamerale*: Actinoceratoidea, Orthoceridae, Discosoridae, Belemnitidae;

- *camere umplute cu gaz în partea dorsală a camerei de locuit*: Ascoceridae;

- *lichid în camere*: Sepiidae, Nautilidae, probabil Ammonoidea, şi altele;

- *chlorid de amoniu în ţesuturi specializate*: mai multe genuri de Belemnoteuthidae;

- *plierea complexă a septelor*: Ammonoidea;

- *ornamentaţie elaborată a cochiliei*: Nautilidae (rareori), Ammonitidae, Ancyloceratidae;

- *subţierea cochiliei şi a septelor*: Discosoridae, Oncoceridae, Ammonoidea;

- *constituirea unui rostru solid sau de structuri interne asemănătoare*: Aulacoceridae, Belemnitidae.

Se constată că majoritatea dispozitivelor de reglare a flotabilităţii au avut ca rezultat creşterea greutăţii cochiliei dar unele, dimpotrivă, au dus la scăderea greutăţii.

Subîncrengătura DIASOMA

Diasomele cuprind moluşte cu cochilie bivalvă, pseudobivalvă sau univalvă, frecvent deschise la ambele capete (anterior şi posterior). Orificiile bucal şi anal se deschid la capete opuse ale corpului. Capul este slab diferenţiat sau absent.

Această subîncrengătură grupează trei clase: Rostroconchia, Scaphopoda şi Bivalvia.

Clasa ROSTROCONCHIA

Cuprinde moluşte paleozoice (Cambrian – Permian) asemănătoare superficial cu bivalvele datorită prezenţei unei cochilii formată din două valve. Cochilia nu este însă cu adevărat bivalvă (este pseudobivalvă) deoarece „valvele" nu sunt articulate şi nu se pot deschide. Corpul moale comunica cu exteriorul prin două deschideri ale cochiliei: o deschidere anterioară, mare, prin care piciorul putea, probabil, ieşi afară, şi o deschidere tubulară posterioară numită *rostrum*, cu rol, probabil, în respiraţie (Fig. 150).

Cochilia este bilateral simetrică, având o valvă dreaptă şi una stângă. În stadiul larvar şi tânăr cochilia este univalvă şi devine bivalvă la adult. Multe dintre rostroconcele primitive prezintă o placă mare numită *pegma* ce pune în legătură cele două valve pe partea dorsală. Cochilia prezintă un singur umbon, ca şi bivalvele, răsucit anterior (prosogir) sau posterior (opistogir). Prezenţa unui singur umbon se explică prin dezvoltatrea cochiliei dintr-un scut larvar conic, dispus între umbonurile cochiliei juvenile. La Conocardioide, protoconca are aspect pateliform şi, prin dezvoltare, formează cele două valve (disoconca). La exterior, valvele sunt ornamentate cu coaste radiare.

Indivizii adulţi de rostroconce au mărimi ce variază între 2 şi 150 mm lungime.

Conocardium (Fig. 150-A, B) (Devonian inferior – Carbonifer superior). Are cochilia ornamentată cu coaste radiare.

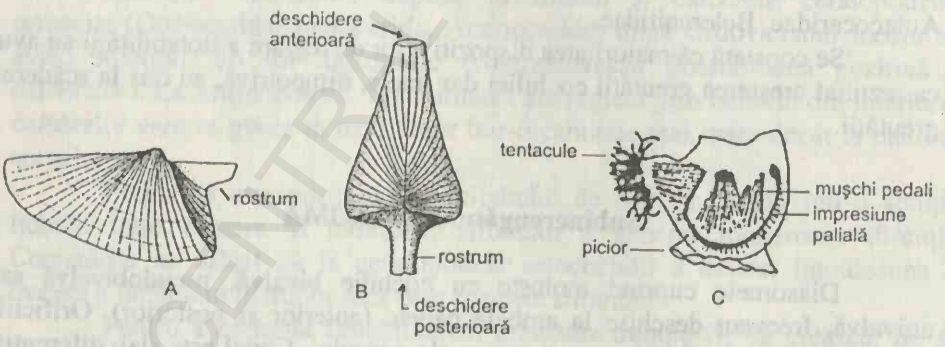


Fig. 150. Rostroconchia. A-B – *Conocardium pseudobellum* (Devonian): A – văzut lateral; B – văzut dorsal; C – reconstituirea unei rostroconce (*Eopteria ventricosa*, Ordovician inferior) (după Pojeta şi Runnegar, 1976, în Th. Neagu şi colab., 2002).

Modul de viaţă al rostroconcele se consideră că era infaunal (săpătoare în substrat) ca şi scafopodele actuale. Prin analogie cu scafopodele şi bivalvele paleotaxodonte primitive, care folosesc captacule şi respectiv palpi proboscidiali

pentru a colecta particulele alimentare, se crede că rostroconcele primitive posedau prelungiri cefalice cu aceleaşi funcţii (Fig. 150-C).

Clasa SCAPHOPODA (SOLENOCONCHA)

Cuprinde moluşte exclusiv marine, cu simetrie bilaterală, de talie mică, bentonice, prevăzute cu o cochilie calcaroasă, de forma unui tub conic, uşor curbat, şi deschisă la ambele capete (gr. *skaphe* – barcă; *podos* – picior; *solen* – tub; *concha* - cochilie) (Fig. 151). Partea concavă a cochiliei reprezintă faţa dorsală iar cea convexă, partea ventrală. Deschiderea cu diametrul mai mare, situată anterior, reprezintă apertura. Majoritatea cochiliilor au 2 - 4 cm lungime dar se cunosc şi forme mult mai mici, precum şi forme mari de peste 25 cm lungime (până la 60 cm), la care diametrul tubului poate ajunge la 3,5 – 4 cm.

Scafopodele stau înfundate în nisip cu piciorul în formă de ţăruş şi comunică cu exteriorul prin deschiderea posterioară. În prezent, scafopodele trăiesc la adâncimi cuprinse între 20 şi 3000 de metri. Se hrănesc cu foraminifere sau alte microorganisme pe care le capturează cu nişte filamente prehensile şi ciliate situate pe cap numite *captacule*. Ochii lipsesc. Radula este prezentă.

Dentalium (Fig. 151-B) (? Triasic superior – Eocen – Actual). Are o cochilie tubulară arcuită, netedă sau ornamentată cu coaste longitudinale. Mai multe specii de *Dentalium* se cunosc şi din Miocenul de la Lăpugiu.

Antalis (Fig. 151-C) (? Carbonifer – Cretacic – Actual). Se caracterizează printr-o cochilie netedă. Deschiderea posterioară este prevăzută cu o scizură scurtă.

Scafopodele sunt relativ bine reprezentate din Devonian până în Actual când numără în jur de 350 de specii.

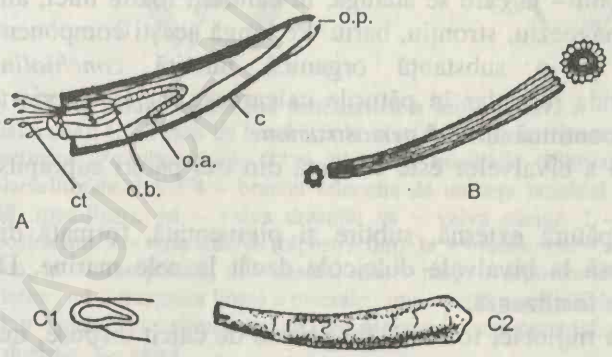


Fig. 151. Scaphopoda. A – schema organizării; B – *Dentalium sexangulare*; C – *Antalis grande*: C1 – extremitatea posterioară a cochiliei; C2 – cochilia (A, B, C2 după V. Barbu, 1968, modificat; C1 după E. Hanganu şi colab., 1983; c – cochilie; ct – captacule; o. a. – orificiu anal; o. b. – orificiu bucal; o. p. – orificiu posterior al cochiliei.

Filogenie. Scafopodele au caractere ce le apropie de gastropode şi de bivalve. Cu gastropodele se aseamănă prin cochilia unică, tubulară, prezenţa capului, a radulei, a fălcilor, a organului subradular. Cu bivalvele se aseamănă prin simetria bilaterală nealterată, forma şi funcţiile piciorului, mantaua bilobată la larvă, structura aparatului excretor şi a sistemului nervos, natura aragonitică şi structura încrucişată a prismelor aragonitice din pătura mediană a cochiliei şi prin structura lamelară a păturii interne a cochiliei. Aceste asemănări sugerează faptul că scafopodele, împreună cu gastropodele şi bivalvele, au avut un strămoş comun derivat, probabil, din monoplacofore.

Clasa BIVALVIA (LAMELLIBRANCHIA)

Cuprinde moluşte microfage, exclusiv acvatice (majoritatea marine), cu simetrie bilaterală, acefale, şi prevăzute cu o cochilie calcaroasă bivalvă. Corpul, turtit lateral şi alungit antero-posterior, este învelit de *manta* (*pallium*), formată din doi lobi care delimitează între ei şi corp *cavitatea palială*. Această cavitate comunică cu exteriorul prin două *sifoane* – branhial – prin care apa pătrunde în interiorul ei – şi cloacal, prin care apa iese din cavitate. În cavitatea palială se găseşte *piciorul* şi o pereche de *branhii* dispuse lateral, câte una, la baza piciorului (Fig. 152). Mantaua secretă cochilia. În fauna actuală se cunosc peste 20000 de specii de bivalve.

Cochilia este formată din două valve convexe, egale (în starea primitivă) sau inegale, situate lateral (o valvă *dreaptă* şi o valvă *stângă*); planul de simetrie (sagital) este paralel cu planul de separaţie a celor două valve.

Natura şi structura cochiliei. Valvele cochiliei sunt constituite predominant din *carbonat de calciu* care se găseşte sub cele două forme de cristalizare – calcit şi aragonit – la care se adaugă, în cantităţi foarte mici, alte combinaţii anorganice de magneziu, stronţiu, bariu. Pe lângă aceşti componenţi anorganici se asociază şi o substanţă organică numită *conchiolină* (scleroproteină) care pătrunde reticular în păturile calcaroase iar la exteriorul valvelor formează o pătură continuă numită *periostracum*.

Cochilia calcaroasă a bivalvelor este formată din trei pături suprapuse (Fig. 153):

- *periostracum* – pătura externă, subţire şi pigmentată, formată din conchiolină; este mai graosă la bivalvele dulcicole decât la cele marine. De regulă, periostracumul nu se fosilizează.

- *ostracum* – pătura mijlocie, formată din prisme de calcit dispuse, mai mult sau mai puţin, perpendicular pe suprafaţa cochiliei. Numai la Rudistacea prismele sunt paralele cu suprafaţa cochiliei. La unele genuri (*Inoceramus*,

Pinna, Myalina), prismele de calcit sunt mari şi se destramă foarte uşor. El este secretat, împreună cu periostracumul, de marginea mantalei. În urma distrugerii periostracumului, prin fosilizare, acesta devine stratul extern.

- *hipostracum* – pătura internă sau lamelară (sidefoasă) este formată din lamele de aragonit sau din lamele de aragonit în alternanţă cu straturi subţiri de conchiolină dispuse paralel cu suprafaţa cochiliei. El prezintă un aspect lameler porţelanos sau sidefos, perlat. Acest strat dă irizaţiile caracteristice sidefului, datorită fenomenului de difracţie a luminii, dar numai în cazul când straturile succesive sunt foarte subţiri.

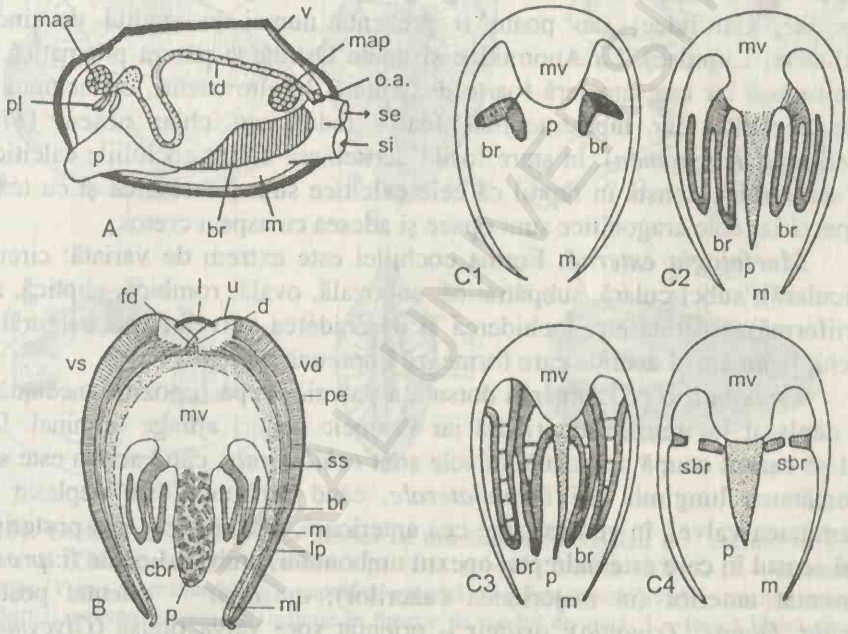


Fig. 152. Organizaţia internă schematică a unui bivalv. A - secţiune sagitală; B – secţiune transversală); C - Tipuri de branhii la bivalve (în secţiune transversală schematică): C1 – ctenidii bipectinate (Protobranchia); C2 – filamente branhiale (Filibranchia); C 3– branhii lamelare (Eulamellibranchia); C4 – branhii înlocuite de un sept branhial (Septibranchia) (din V. Barbu, 1968, modificat); vd – valva dreaptă; vs – valva stângă; l – ligament; u – umbon; pe – periostracum; ss - strat sidefos (hipostracum); br – branhii; cbr – cavitate branhială; d – dinţi; m – manta; lp – linie palială; m – manta; maa – muşchi adductor anterior; map – muşchi adductor posterior; ml – marginea liberă a mantalei; mv – masă viscerală; fd – fosete dentare; o.a. – orificiu anal; p – picior; se – sifon exhalant (branhial); sbr – sept branhial; si – sifon inhalant (cloacal); td – tub digestiv; v – valvă.

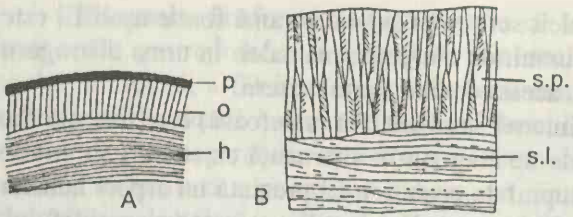


Fig. 153. Structura valvelor la bivalve (după V. Barbu, 1968). A – la un bivalv actual; B – la *Inoceramus*, Cretacic superior, cu stratul prismatic foarte gros; p – periostracum; o – ostracum; h – hipostracum; s.p. – strat prismatic; s.l. - strat lamelar.

Structura cochiliei poate prezenta numeroase variaţii, mai ales stratul ei mijlociu. Astfel, ostracumul poate avea o structură încrucişată de prisme calcitice sau o structură fibroasă aragonitică. Pătura prismatică poate lipsi (la Veneridae, Cardiidae) sau poate fi prezentă numai în stadiul de tinereţe (Pectinidae, Limidae). La Anomiidae şi unele Ostreidae pătura prismatică este foarte redusă iar cea lameleră foarte dezvoltată. În alte cazuri, ostracumul este foarte dezvoltat iar hipostracumul foarte redus sau chiar absent (*Pinna*, *Inoceramus*, *Isognomon*). În stare fosilă deosebirea dintre cochiliile calcitice şi cele aragonitice constă în faptul că cele calcitice sunt translucide şi cu textura compactă iar cele aragonitice sunt opace şi adesea cu aspect cretos.

Morfologia externă. Forma cochiliei este extrem de variată: circulară (orbiculară), subcirculară, subpătratică, subovală, ovală, rombică, eliptică, alată (pteriiformă), rostrată etc. Închiderea şi deschiderea valvelor este asigurată de muşchi, ligament şi dentiţie care formează împreună *ţâţâna*.

Umbonul, o proeminenţă dorsală a valvei, ocupă o poziţie mediană sau este deplasat în treimea anterioară iar la unele genuri ajunge terminal. După locul pe care îl ocupă umbonul, valvele sunt *echilaterale*, când acesta este situat la jumătatea lungimii sau *inechilaterale*, când umbonul este deplasat spre extremitatea valvei, în general spre cea anterioară, mai rar spre cea posterioară. După sensul în care este îndreptat apexul umbonului, umbonul poate fi: *prosogir* – orientat anterior (în majoritatea cazurilor); *opistogir* – orientat posterior (*Nucula, Donax, Trigonia*); *ortogir* – orientat spre valva opusă (*Glycymeris*); *spirogir* – înrulat spre partea externă, în plan sagital (*Diceras*) (Fig. 154-A). Apexul umbonului reprezintă partea cea mai veche a cochiliei (*prodisoconca*).

De o parte şi de alta a umbonului, la unele grupe de bivalve, se dezvoltă câte o suprafaţă aplatizată numită *urechiuşă*, când dimensiunile sunt mici, şi *aripă*, dacă sunt mai mari. La alte grupe, în partea anterioară a umbonului, există o suprafaţă în formă de inimă, de dimensiuni reduse în general, ornamentată diferit în comparaţie cu suprafaţa cochiliei, numită *lunulă* (*sigilla*) iar în partea posterioară se dezvoltă *corseletul* – o suprafaţă oval-alungită care adeseori prezintă o ornamentaţie diferită de restul valvei (Fig. 154-G).

Conturul valvelor embrionare (triunghiular sau triunghiular-rotunjit) în puţine cazuri rămâne neschimbat în stadiul adult. În stadiul juvenil valvele sunt

egale şi echilaterale, pe când în stadiul adult ele devin, în majoritatea cazurilor, inechilaterale şi chiar inegale.

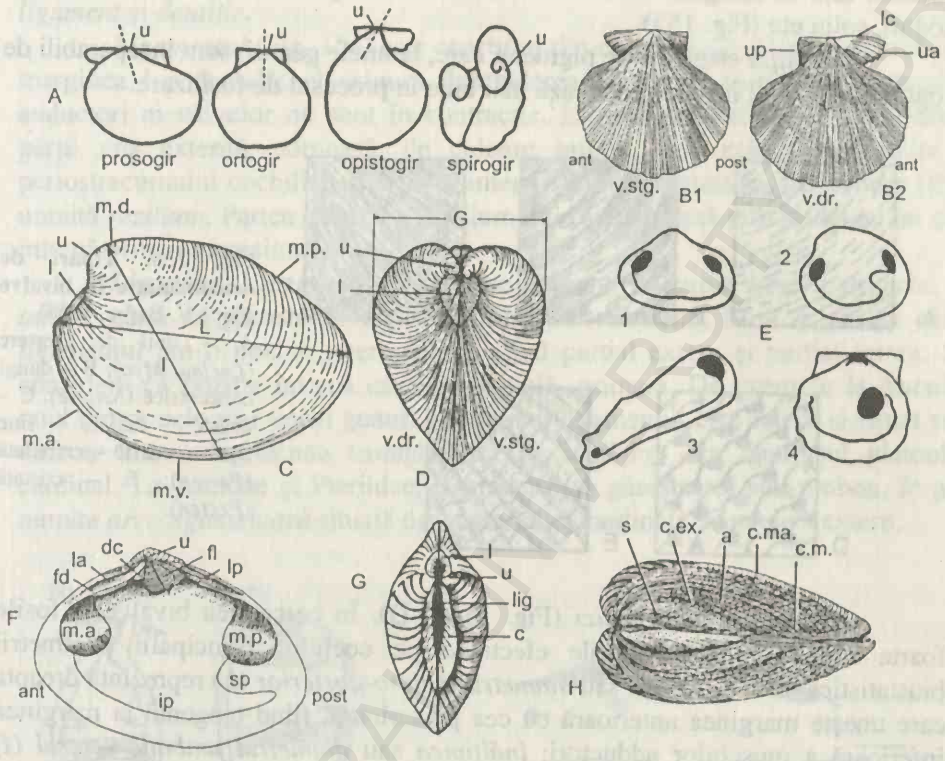


Fig. 154. Cochilia la bivalve. A – moduri de orientare a umbonului; B – cochilie echivalvă, echilaterală (*Chlamys nodosa*): valva stângă (B1) şi valva dreaptă (B2); C-D – elemente de biometrie (*Venus mercenaria*): C – suprafaţa externă; D – faţa anterioară; E – poziţia muşchilor adductori şi aspectul impresiunii paliale în funcţie de modul de viaţă: 1 – formă liberă dimiară, integripaliată; 2 – dimiară sinupaliată; 3 – anizomiară, integripaliată, fixată prin bisus; 4 – monomiară, integripaliată, fixată prin valvă; F – morfologia feţei interne a unei valve sinupaliate (*Mactra*); G – elementele feţei dorsale ale cochiliei (*Venus*); H – elementele morfologice ale cochiliei de *Trigonia meriani* (B după L. R. Cocs, din R. C. Moore, în E. Hanganu şi colab., 1983; C, D şi H după C. Dechaseaux, din J. Piveteau, 1953, în E. Hanganu şi colab., 1983; E şi F după V. Barbu, 1968); ant – anterior; post – posterior; v.stg. – valva stângă; v. dr. – valva dreaptă; a – aree; u – umbon; ua – urechiuşă anterioară; c – corselet; c.ex – carena externă; c.m. – carena mediană; c. ma. Carena marginală; up – urechiuşă posterioară; lc – linie cardinală; l – lunula; I – înălţime; L – lungime; G – grosime; m.a. – margine anterioară; m.d. – margine dorsală; m.p. – margine posterioară; m.v. – margine ventrală; dc – dinţi cardinali; fd – fosete dentare; fl – fosetă ligamentară; la – dinţi laterali anteriori; lig – ligament.

BCU C.U. „M. EMINESCU" IAŞI

Ornamentația. Suprafața externă a valvelor poate fi netedă sau ornamentată diferit. În afară de striurile de creștere, care sunt concentrice, paralele față de marginea ventrală a valvei, se mai pot dezvolta: coaste radiare, noduli, spini etc (Fig. 155).

Coloratia este dată de pigmenți care, la unele genuri, sunt inseparabili de conchiolină astfel încât se păstrează mai bine în procesul de fosilizare.

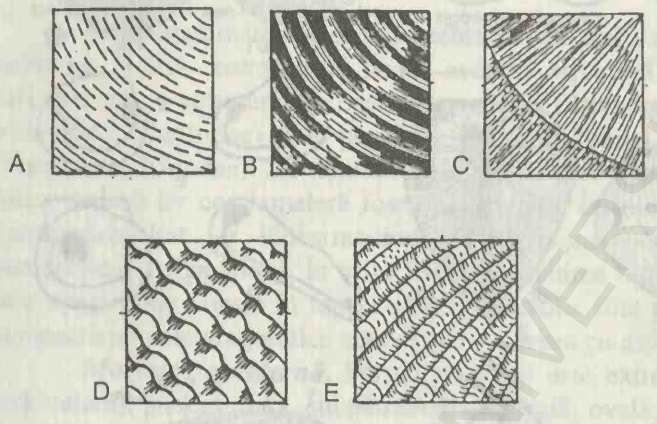


Fig. 155. Tipuri de ornamentație la bivalve (după V. Barbu, 1968). A – linii de creștere (*Lucina, Mya*); B – dungi concentrice (*Astarte*); C – coaste radiare fine (*Amusium*); D – crenulată (*Pecten*); E – costată (*Pecten*).

Parametrii biostatistici (Fig. 154-C-D). În cercetarea bivalvelor fosile foarte utile sunt măsurătorile efectuate pe cochilii. Principalii parametrii biostatistici sunt: *lungimea* sau *diametrul antero-posterior* (*L*) reprezintă dreapta care unește marginea anterioară cu cea posterioară, fiind tangentă la marginea inferioară a mușchilor adductori; *înălțimea* sau *diametrul umbono-ventral* (*I*) reprezintă dreapta care unește vârful umbonului cu marginea ventrală; *grosimea* (notată cu *G* pentru cochilie sau cu *G1/2* pentru o valvă) reprezintă distanța dintre cele două fețe externe ale valvelor în punctul de maximă convexitate. La cochiliile echilaterale, lungimea și înălțimea sunt diametre perpendiculare.

Orientarea valvelor. Partea *dorsală* este cea care poartă umbonul iar partea *ventrală* este cea pe unde iese piciorul. Marginea dorsală este marcată de prezența umbonului, a lunulei, a corseletului sau a aripioarelor, și a aparatului cardinal (dentiție și ligament); marginea ventrală prezintă, pe partea sa internă, impresiunea mușchiului palial.

Partea anterioară este, în general, mai mică decât cea posterioară; ea este marcată de lunulă (cu excepția opistogirelor) și de recurbarea umbonului, marea majoritate a bivalvelor fiind prosogire. Partea posterioară este mai dezvoltată în cea mai mare parte a cazurilor și se identifică după prezența corseletului, a scutului (când există), a inserției ligamentului și după impresiunea mușchiului

adductor posterior care este, în general, mai mare (chiar la dimiare). Înălțimea cochiliei separă partea anterioară de cea posterioară.

Morfologia internă. Aparatul cardinal (*țâțâna*) este alcătuit din *ligament* și *dentiție*.

Ligamentul (Fig. 156) este constituit din *conchiolină* și unește valvele pe marginea lor dorsală; el asigură deschiderea cochiliei, atunci când mușchii adductori ai valvelor nu sunt în contracție. Ligamentul este alcătuit din două părți: una externă, cornoasă, de culoare brunie, care este o prelungire a periostracumului cochiliei, și o parte internă, fibroasă, elastică, de culoare albă, numită *rezilium*. Partea externă a reziliumului funcționează prin întindere iar cea internă prin compresiune.

Ligamentul este *extern*, când se dispune deasupra liniei cardinale, și *intern*, când se găsește în cuprinsul platoului cardinal. Sunt și cazuri când ligamentul are o poziție intermediară, fiind parțial extern și parțial intern. Se consideră că poziția internă este cea inițială, primară. De exemplu la *Nucula*, unul dintre cele mai vechi genuri taxodonte, ligamentul este intern și situat sub umbon într-o depresiune triunghiulară (= *rezilifer*) din cuprinsul platoului cardinal. La Arcidae și Pteriidae, ligamentul se găsește tot sub umbon, în așa numita *aree ligamentară* situată deasupra liniei cardinale, fiind deci extern.

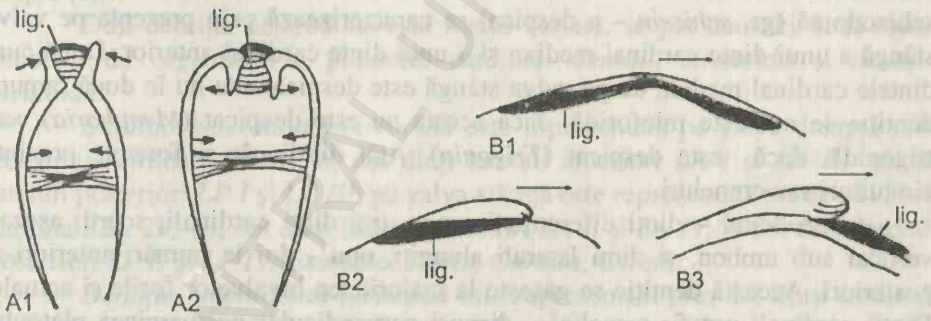


Fig. 156. Ligamentul la bivalve. A – localizarea ligamentului: A1 – ligament extern; A2 – ligament intern; B – Tipuri de ligament: B1 – amfidet; B2 – opistodet; B3 – prosodet (A din V. Barbu, 1968; B după E. Manoliu și M. Orbocea, 1981, modificat); lig. – ligament.

După poziția pe care ligamentul o are față de umbon, se distig următoarele tipuri de ligament: *amfidet* – egal dezvoltat de o parte și de alta a umbonului (la Arcidae); *opistodet* – localizat înapoia umbonului, prezent la valvele inechilaterale (la multe Heterodonta); *prosodet* – redus și cu poziție anterioară față de umbon.

Platoul cardinal. Pe marginea dorsală şi internă a valvelor, sub umbon, se găseşte o suprafaţă numită *platou cardinal*, pe care sunt dezvoltate proeminenţe (*dinţi*) şi scobituri (*fosete*), prin angrenarea cărora se articulează valvele. Dinţii de pe o valvă au pe valva opusă fosete corespunzătoare şi invers. Există mai multe tipuri de dentiţie (Fig. 157):

- *taxodontă* – platou cardinal bine dezvoltat, cu dinţi numeroşi, egali, dispuşi într-un şir pe toată lungimea platoului cardinal (*Arca, Nucula*). Este considerat cel mai primitiv tip de dentiţie din care au derivat, ulterior, celelalte tipuri. Se cunosc din Cambrian.

- *ctenodontă* – dentiţie de tip taxodont dar cu dinţii oblici în raport cu linia cardinală, îndreptaţi spre interiorul valvelor (*Ctenodonta*).

- *actinodontă* – dentiţie primitivă reprezentată prin dinţi mai mult sau mai puţin alungiţi, care pleacă radiar şi divergent de sub umbon (*Lyrodesma*).

- *preheterodontă* - dentiţie realizată prin reducerea treptată, ca număr şi ca lungime, a dinţilor ţâţânii actinodonte; evoluţia a pornit de la Lyrodesmatidae în Ordovician. În cuprinsul tipului preheterodont se deosebesc dentiţiile *preastartidă*, *mioforidă* şi *trigonidă*, ultimile două fiind cunoscute sub denumirea de dentiţie *schizodontă*.

În cazul dentiţiei preastartide, pe valva stângă este caracteristică prezenţa unui dinte cardinal median şi a unui dinte cardinal posterior. Dentiţia schizodontă (gr. *schizein* – a despica) se caracterizează prin prezenţa pe valva stângă a unui dinte cardinal median şi a unui dinte cardinal anterior. După cum dintele cardinal median de pe valva stângă este despicat sau nu în două ramuri, dentiţia se numeşte mioforidă, dacă acesta nu este despicat (*Myophoria*), sau trigonidă, dacă este despicat (*Trigonia*). Atât dinţii cât şi fosetele prezintă zimţuituri sau creneluri.

- *heterodontă* – dinţi diferenţiaţi, unu - trei dinţi cardinali, scurţi, aşezaţi vertical sub umbon, şi dinţi laterali alungiţi, unu - doi la număr, anteriori şi posteriori. Această dentiţie se găseşte la majoritatea bivalvelor fosile şi actuale. Dinţii cardinali pot fi: *ortoclini* – dispuşi perpendicular pe marginea platoului cardinal; *prosoclini* – cu extremitatea inferioară îndreptată anterior; *opistoclini* – cu extremitatea inferioară orientată posterior. Dinţii laterali, alungiţi mai mult sau mai puţin, sunt dispuşi paralel cu marginea superioară a valvei. Numărul dinţilor laterali şi cardinali prezenţi pe o valvă diferă foarte mult, în funcţie de gen. Dentiţia heterodontă se individualizează în Devonianul superior din dentiţia preheterodontă (preastartidă) prin adăugarea dinţilor laterali (aceştia pot însă lipsi în mod secundar).

Pentru a indica dinţii şi fosetele ţâţânei heterodonte se utilizează un sistem de simboluri care constă din litere şi cifre. Studiile ontogenetice au arătat că în perioada larvară se formează nişte creneluri dispuse transversal de-a lungul liniei cardinale ale valvei. În stadiile postlarvare, crenelurile primitive sunt înlocuite cu lamele paralele cu marginea dorsală. Lamelele valvei drepte au fost notate cu cifre romane impare (*I, III*, la unele genuri şi *V*) iar cele de pe valva stângă cu cifre romane pare (*II, IV* şi uneori şi *VI*). Numerotarea lamelelor se face de la interiorul valvei spre exterior. Din aceste lamele, prin fragmentări repetate, vor rezulta dinţii cardinali şi laterali. *Dinţii cardinali se notează cu cifre arabe* corespunzătoare lamelei din care au luat naştere, însoţite, în funcţie de poziţie, cu litera *a* (anterior) şi *b* (posterior). Dintele 1 este dintele cardinal central al valvei drepte. *Dinţii laterali se notează cu litere mari*: *L* însoţită de *A* – pentru cei din partea anterioară, respectiv de *P* – pentru cei posteriori, şi de numărul lamelei din care au rezultat (*I, III* – pe valva dreaptă, şi *II, IV* – pe valva stângă). De exemplu, notarea completă a dintelui lateral anterior al valvei drepte este *LA III* sau dintele lateral posterior al valvei stângi este *LP II*. Fosetele în care se angrenează dinţii se notează cu aceleaşi cifre şi litere, cele ale dinţilor pe care îi găzduiesc, însoţite de întăritura *prim* (*'*); de exemplu, *3a'* este foseta situată pe valva stângă, în care se angrenează dintele cardinal anterior al valvei drepte (*3a*).

Deşi dentiţia heterodonă este foarte variată, se pot deosebi două tipuri generale de organizare a platoului cardinal: *dentiţia cirenoidă* şi *dentiţia lucinoidă*.

Dentiţia heterodontă cirenoidă este reprezentată pe valva dreaptă prin trei dinţi cardinali *3a, 1, 3b,* doi dinţi laterali anteriori *LA I* şi *LA III,* şi doi laterali posteriori *LP I* şi *LP III*; pe valva stângă este reprezentată tot de trei dinţi cardinali *2a, 2b, 4b*, doi dinţi laterali anteriori *LA II* şi *LA IV,* şi doi dinţi laterali posteriori *LP II* şi *LP IV*. Exemple: *Tapes, Cardita, Cyrena.*

Dentiţia heterodontă lucinoidă este reprezentată prin doi dinţi cardinali pe valva dreaptă (*3a* şi *3b*), doi dinţi laterali anteriori (*LA III şi LA I*) şi prin doi dinţi laterali posteriori (*LP III şi LP I*). Pe valva stângă sunt doi dinţi cardinali (*2, 4b*), un dinte lateral anterior (*LA II*) şi unul sau doi laterali posteriori (*LP II, LP IV*). Exemple: *Lucina, Cardium.*

- *desmodontă*; nu prezintă dinţi propriu-zişi ci numai o placă spatulată în formă de lingură numită *condrofor*, situată pe valva stângă, la mijlocul platoului cardinal, de care se prinde ligamentul intern (la *Mya*). Stau îngropate în nisip sau sapă orificii în roci.

- *pachiodontă*; este o dentiţie derivată din cea heterodontă, cu dinţi puternici, deformaţi, reduşi la număr (doi - trei dinţi cardinali groşi şi asimetrici)

şi fosete adânci; valvele sunt groase, una servind la fixare. Se întâlneşte la bivalve exclusiv fosile, care trăiau în mediul recifal (*Diceras, Hippurites*).

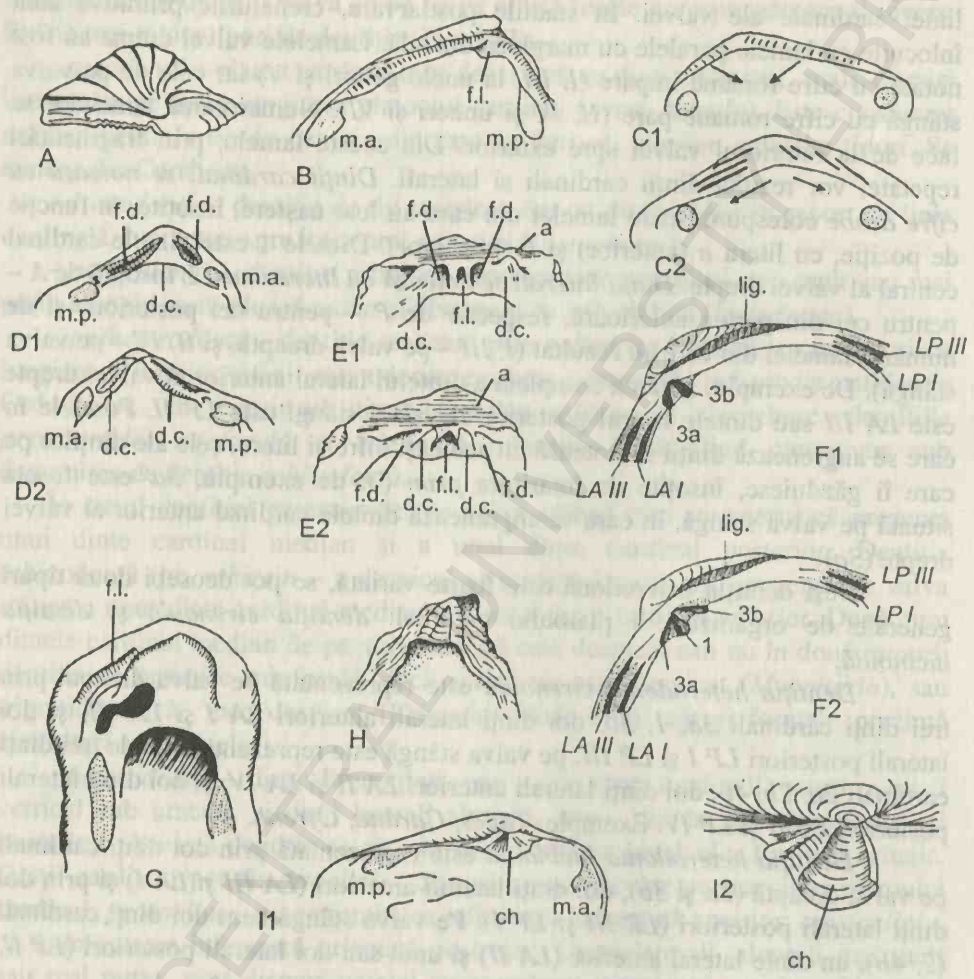


Fig. 157. Tipuri de dentiţie la bivalve. A – criptodont; B – taxodont; C1 – ctenodont; C2 – actinodont; D – schizodont; E – izodont; F – heterodont: F1 – lucinoid (valva dreaptă); F2 – cirenoid (valva dreaptă); G – pachiodont; H – disodont; I – desmodont; (A-E şi G-I după V. Barbu, 1968); a – aree; d. c. – dinţi cardinali; l. a. – dinţi laterali anteriori; l. p. – dinţi laterali posteriori; f. d. – fosetă dentară; f. l. – fosetă ligamentară; ch – condrofor; m. a. – muşchi anterior; m. p. – muşchi posterior. lig – ligament; 1, 3a, 3b – dinţi cardinali; *LA I, LA II* – dinţi laterali anteriori; *LP I, LP III* – dinţi laterali posteriori; fosetele sunt figurate punctat.

- *izodontă*; dinţii şi fosetele dentare sunt simetric aşezate faţă de o fosetă ligamentară internă (rezilifer); dinţi puţini şi egali între ei pe aceeaşi valvă (*Spondylus*). Dentiţia izodontă derivă din cea heterodontă.

- *disodontă*; este derivată din alte tipuri de dentiţie prin dispariţia dinţilor în filogeneză (*Avicula, Daonella, Ostrea, Pecten*).

Pentru unele bivalve paleozoice cu dentiţie necunoscută s-a creat tipul de dentiţie *criptodontă*. La acestea, valvele se prind prin simple zimţuiri ale marginii dorsale a cochiliei, prin simpla îndoire a marginilor sau prin prelungirea coastelor de pe feţe.

Impresiunile musculare. Pe faţa internă a valvelor se observă impresiunile muşchilor adductori, anteriori şi posteriori, şi impresiunea muşchilor paliali (Fig. 154-E-F).

În funcţie de gradul de dezvoltare a acestor muşchi şi, implicit, de mărimea împresiunilor, bivalvele pot fi*: dimiare (izomiare),* când cele două impresiuni (anterioară şi posterioară) sunt aproximativ egale (este cazul majorităţii speciilor); *anizomiare*, când muşchiul anterior regresează şi impresiunea lăsată de el este mai mică decât a celui posterior; *monomiare*, când muşchiul anterior dispare iar muşchiul adductor posterior se dezvoltă mai mult, deplasându-se totodată către centrul valvei.

Impresiunea palială poate fi uniformă, paralelă cu marginea ventrală a valvei, şi se numeşte *integripaliată*; aceste bivalve au sifoane scurte. La formele cu sifoane lungi, impresiunea palială formează un *sinus* la partea posterioară (datorită dezvoltării musculaturii de la baza sifoanelor) şi se numeşte *sinupaliată* (Fig. 154-E, Fig. 158).

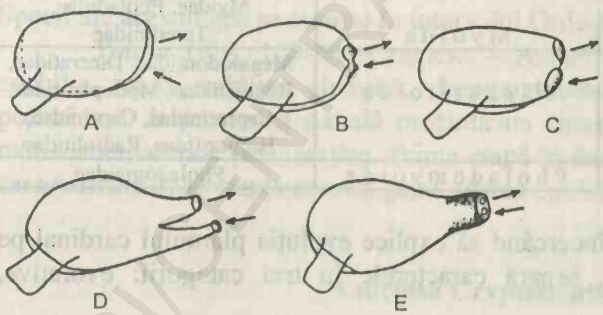


Fig. 158. Dezvoltarea sifoanelor la bivalve (după V. Barbu, 1968). A – tip nesifonat, marginea mantalei liberă; B – rudiment de sifon, marginea mantalei liberă; C – cu două sifoane, marginea mantalei sudată; D – cu două tuburi sifonale independente; E – cu tub sifonal unic.

Clasificare. Sistemul zoologic de clasificare a bivalvelor se bazează pe structura branhiilor şi organizarea masei viscerale. Formele fosile, cunoscute numai după cochilii, nu pot fi clasificate după acest sistem; pentru acestea au fost create unităţi sistematice bazate pe caracteristicile cochiliilor (baza acestui sistem a fost pusă de M. Neumayr, 1883, 1891). Valabilitatea celor două sisteme

poate fi, într-o anumită măsură, probată. De exemplu, după structura branhiilor, cele mai primitive bivalve sunt cele cu branhii de tipul ctenidiilor bipectinate sau cu branhii filamentoase. După criteriul paleontologic, bivalvele cu dentiție taxodontă sunt cele mai primitive iar acestea prezintă branhii de tipul ctenidiilor sau filamentoase. Chiar dacă criteriul dentiției nu este în totalitate cel filogenetic, nu există altă cale practică pentru a clasifica bivalvele.

Tabelul 6. Clasificarea bivalvelor prezentate în text (Clasa Bivalvia)

Subclasa	Ordinul	Familia
PALAEOTAXODONTA	Nuculoida	Ctenodontidae, Nuculidae, Nuculanidae
CRYPTODONTA	Precardioida	Precardiidae
PTERIOMORPHIA	Arcoida	Arcidae, Glycymeridae
	Mytiloida	Mytilidae, Pinidae
	Pteroida	Pteriidae, Posidoniidae, Inoceramidae, Pectinidae, Ostreidae, Gryphaeidae, Spondylidae
PALAEOHETERODONTA	Unionoida	Anthracosiidae, Unionidae
	Trigonioida	Lyrodesmatidae, Myophoriidae, Trigoniidae
HETERODONTA	Veneroida	Astartidae, Carditidae, Cyrenidae, Veneridae, Lucinidae, Chamidae, Cardiidae, Lymnocardiidae, Donacidae, Dreissenidae, Mactridae, Solenidae,
	Myoida	Myidae, Pholadidae, Teredinidae
	Hippuritoida	Megalodontidae, Diceratidae, Requienidae, Monopleuridae, Caprotinidae, Caprinidae, Hippuritidae, Radiolitidae
ANOMALODESMATA	Pholadomyoida	Pholadomyidae

H. Douvillé (1912), încercând să explice evoluția platoului cardinal pe baza datelor paleontologice, separă caracterele în trei categorii: evolutive, adaptative și statice.

Caracterele evolutive sunt cele care se modifică în cursul evoluției și au o mare importanță în stabilirea filogeniei. Un astfel de caracter este natura și structura cochiliei, care din sidefoasă, la formele mai vechi, a devenit porțelanoasă la cele mai evoluate.

Caracterele adaptative sunt cele mai multe şi se realizează în procesul adaptării diferitelor grupe la nişte condiţii date de viaţă. Aceste caractere pot fi convergente, făcând dificilă reconstituirea filogeniei.

Caracterele statice sunt cele au cea mai mare stabilitate evolutivă şi adaptativă. Aceste caractere au cea mai mare importanţă taxonomică.

În continuare sunt prezentate principalele grupe de bivalve delimitate după caracteristicile cochiliei.

Clasa Bivalvia cuprinde următoarele subclase: Palaeotaxodonta, Cryptodonta, Pteriomorphia, Palaeoheterodonta, Heterodonta şi Anomalodesmata (Tab. 6).

Subclasa Palaeotaxodonta

Cuprinde bivalve primitive cu dentiţie taxodontă sau ctenodontă. Prezintă un singur ordin – Nuculoida.

Ordinul Nuculoida

Sunt bivalve echivalve, inechilaterale, cu umbon opistogir şi ligament intern.

Nucula (Fig. 159-A) (Devonian – Actual), Familia Nuculidae. Are cochilii aproape triunghiulare, taxodonte, ornamentate cu coaste radiare fine. Partea anterioară a valvelor este mai dezvoltată decât partea posterioară. Suprafaţa internă a valvei prezintă un strat dezvoltat de sidef. Integripaliate. Specii ale acestui gen se cunosc în intervalul Ordovician - Actual.

Yoldia (Fig. 159-B) (Cretacic – Actual), Familia Nuculanidae. Are cochilia foarte subţire, alungită, dreptunghiulară, uşor deschisă la partea posterioară. Impresiunea palială prezintă un sinus adânc. Trăieşte şi astăzi în mările reci, arctice şi antarctice. Prima etapă în dezvoltarea Mării Baltice a fost caracterizată de prezenţa acestui gen („marea cu *Yoldia*").

Subclasa Cryptodonta

Cuprinde bivalve cu cochilii subţiri, majoritatea echivalve, dentiţie criptodontă, ligament amfidet sau opistodet. Sunt cuprinse într-un singur ordin – Praecardioida.

Ordinul Praecardioida

Acest ordin este reprezentat prin cochilii echivalve, dimiare, cunoscute din intervalul Ordovician - Carbonifer.

Cardiola (Fig. 159-C) (Silurian – Devonian), Familia Praecardiidae. Are cochilii subpătratice, cu contur aproape circular, subțiri și puternic bombate în regiunea umbonală. Umbonul este prosogir și ridicat deasupra areei cardinale, care este triunghiulară și striată orizontal. În partea posterioară a liniei cardinale se găsesc câțiva denticuli, mai mult sau mai puțin verticali. Ornamentația este grosier reticulată.

Subclasa Pteriomorphia

Sunt bivalve dimiare, anizomiare și monomiare cu dentiție variată: taxodontă, disodontă, izodontă, grupate în ordinele Arcoida, Mytiloida și Pteroida.

Ordinul Arcoida

Cuprinde bivalve filibranhiate cu cochilii variate ca formă, de la circulară până la oval alungite, taxodonte, dimiare, integripaliate. Platoul cardinal, drept sau ușor arcuit, prezintă dinți numeroși și mărunți; areea ligamentară este, în general mare, triunghiulară; Sunt cunoscute din Ordovician până în prezent.

Familia Arcidae. Sunt bivalve taxodonte cu ligament extern prins pe o aree ligamentară triunghiulară mare. Linia cardinală este dreaptă, cu dinții egali pe toată lungimea platoului cardinal. Din cauza marii dezvoltări a areei ligamentare, umbonurile sunt depărtate.

Arca (Fig. 159-D) (Triasic - Actual). Are cochilia cu contur trapezoidal, echivalvă, accentuat inechilaterală, cu linia cardinală dreaptă. Areea ligamentară, mare, prezintă striații în formă de V cu vârful îndreptat spre umbon. Umbonul este robust, puternic prosogir. Cele două impresiuni musculare sunt aproape egale. Ornamentația este reticulată (coaste radiare întretăiate de striuri concentrice). Se cunosc peste 400 de specii fosile, în afara celor 200 specii actuale. Arcide au fost găsite și în depozite miocene din Transilvania sau de la Bahna.

Familia Glycymeridae. Sunt forme taxodonte cu umbon ortogir și platou cardinal semicircular. Dinții sunt mai dezvoltați spre margini unde sunt dispuși oblic.

Glycymeris (= *Pectunculus,* Cretacic - Actual) (Fig. 159-E). Prezintă o cochilie groasă, echivalvă, echilaterală, cu contur circular (Fig.). Umbonul este ortogir, area ligamentară mare (cu striaţii la fel ca la *Arca*). Platoul cardinal este curb, în general lipsit de dinţi în regiunea centrală, spre deosebire de părţile laterale care poartă dinţi mici, oblici, ce converg spre interiorul cochiliei. Impresiunile musculare sunt aproape egale. Valvele sunt netede sau ornamentate cu coaste fine. Marginea internă a valvelor este crenelată. La noi acest gen a fost găsit în numeroase depozite miocene (Buitur, Costei, Bahna, Sălătruc, Coruş etc.).

Ordinul Mytiloida

Cuprinde bivalve cu cochilii echivalve, inechilaterale, cu partea anterioară puţin dezvoltată, disodonte, integripaliate; umbonul este prosogir, la majoritatea terminal. În general, se fixează prin *bissus*. Sunt cunoscute din Devonian până în prezent.

Familia Mytilidae. Cuprinde bivalve disodonte anisomiare care se fixează permanent prin *bissus*.

Mytilus (Fig. 159-F) (Triasic mediu – Actual). Are o cochilie subţire, accentuat inechilaterală, triunghiulară, cu partea posterioară rotunjită şi umbon ascuţit terminal. Suprafaţa internă este sidefoasă. Sunt cunoscute mai multe specii precum: *M. praeacutus* – Triasic, Insula Popina (Razelm); *M. haidingeri* – Aquitanian, Petroşani; *M. aquitanicus* – Miocen, Bahna.

Modiolus (Fig. 159-G) (Devonian - Actual). Este asemănător cu *Mytilus* dar partea anterioară este mai rotunjită. Pe suprafaţă prezintă coaste radiare fine, întretăiate de dungi concentrice. *M. volhynicus* (= *M incrassatus)* este caracteristic pentru Sarmaţian (Sebeş-Alba, Repedea - Iaşi).

Familia Pinidae. Cuprinde un mic grup de disodonte eulamelibranhiate anizomiare, echivalve, triunghiulare, alungite, întredeschise posterior şi cu umbonuri terminale, ascuţite. Deseori, cochiliile fosile sau tiparele acestora se găsesc dispuse perpendicular pe suprafaţa de stratificare, adică în poziţia de vieţuire a animalului, cu umbonul înfipt în substrat şi fixate prin bissus.

Pinna (Fig. 159-H) (?Carbonifer – Triasic – Actual). La acest gen, cochilia este mare, triunghiulară şi foarte subţire. Deseori umbonul lipseşte. Platoul cardinal este drept şi lung, lipsit de dinţi. Ligamentul este lung, linear, aproape în întregime intern. Impresiunea muşchiului anterior este mai mică decât cea a muşchiului posterior. Ornamentaţia constă în coaste radiare întretăiate de îngroşări concentrice; uneori prezintă un fel de solzi. Formele actuale stau înfipte în substrat, de care se fixează şi cu ajutorul bissusului lor.

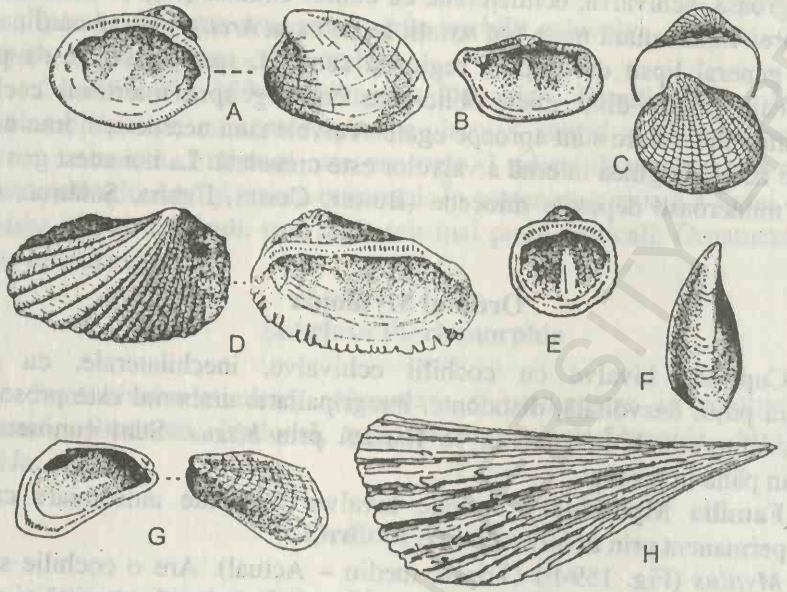


Fig. 159. Nuculidae. A – *Nucula placentina*; B – *Yoldia arctica*; **Praecardiidae.** C – *Cardiola cornucopie*; **Arcidae.** D – *Arca turonica*; **Glycymeridae.** E – *Clycymeris (= Pectunculus) pilosus*; **Mytilidae.** F – *Mytilus eduliformis*; G – *Modiolus volhynicus (= M. incrassatus)*; **Pinidae.** H – *Pinna* (A-G după V. Barbu, 1968; H după E. Hanganu şi colab., 1983).

Ordinul Pterioida

Cuprinde bivalve cu cochilii de regulă disodonte, inechivalve, majoritatea inechilaterale, anisomiare sau monomiare. În general, prezintă urechiuşe de o parte şi de alta a umbonului. Se cunosc din Ordovician până în Actual.

Familia Pteriidae. Sunt disodonte care pot dezvolta urechiuşe (prelungiri aliforme) de o parte şi de alta a umbonului. Prezintă bissus.

Rhaetavicula (Fig. 160-A) (Triasic superior). Are o cochilie disodontă, mică, inechivalvă (valva stângă este mai convexă şi de obicei mai mare decât cea dreaptă) şi inechilaterală (partea anterioară mai scurtă decât partea posterioară). Impresiunea muşchiului adductor anterior este mică sau lipseşte. Valvele prezintă prelungiri aliforme inegal dezvoltate; la exterior sunt netede sau ornamentate cu coaste radiare. *R. contorta,* cu partea posterioară a valvelor răsucită, este o specie caracteristică pentru Triasicul alpin (Rhetian).

Familia Posidoniidae. Bivalve echivalve şi disodonte lipsite de prelungiri aliforme, cu linie cardinală dreaptă.

Posidonia (Fig. 160-B) (Silurian superior – Carbonifer - Jurasic). Are o cochilie subţire, ovoidală, aproape echivalvă, inechilaterală, umbon mic, linie cardinală dreaptă. Areea ligamentară este triunghiulară. Suprafaţa este ornamentată cu grupuri de striuri concentrice. Specia *P. becheri* este caracteristică depozitelor marine carbonifere.

Daonella (Fig. 160-C) (Triasic). Are cochilia subţire, semicirculară, echivalvă şi echilaterală, ornamentată cu coaste radiare fine. Umbonul este slab dezvoltat.

Familia Inoceramidae. Cuprinde bivalve disodonte, inechivalve, inechilaterale, anisomiare (muşchiul anterior foarte slab dezvoltat, cel posterior – puternic, subcentral). Ligamentul formează prelungiri adăpostite în fosete ligamentare.

Inoceramus (Fig. 160-D) (Jurasic inferior – Cretacic superior). Are cochilia groasă, de talie mare, ovală, în general alungită postero-ventral. Urechiuşa anterioară este slab dezvoltată sau absentă. Stratul prismatic gros. Valvele sunt ornamentate cu falduri concentrice, mai rar coaste radiare. La noi în ţară specii de *Inoceramus* se găsesc la Ormeniş (Perşani), Albeşti (Muscel), Babadag, Carpaţii Orientali.

Gervilleia (Permian – Jurasic). Are o cochilie inechivalvă, mult alungită, cu umbon anterior terminal şi o urechiuşă foarte lungă în partea posterioară (urechiuşa anterioară este foarte mică). Platoul cardinal gros, prezintă numeroase fosete largi şi distanţate iar în regiunea posterioară se găsesc doi sau mai mulţi dinţi divergenţi care se fixează în fosetele valvei opuse. Areea ligamentară triunghiulară, prezintă numeroase fosete ligamentare.

G. socialis (= *Hoernesia socialis*) (Fig. 160-E) este menţionată din calcare triasice din Bucegi (Moroieni) ca şi din Triasicul Munţilor Perşani.

Familia Pectinidae. Cuprinde forme libere, disodonte şi monomiare care dezvoltă prelungiri aliforme mai mult sau mai puţin egale. În stadiul tânăr sunt însă isodonte şi anisomiare. Piciorul are bissus. Stau culcate pe valva dreaptă, care se adânceşte, în timp ce valva stângă devine operculară. Ligamentul este intern, fiind adăpostit într-o fosetă ligamentară triunghiulară. Prezintă coaste radiare regulate şi puternice, la unele forme dezvoltate şi la interiorul valvelor.

Pecten (Fig. 160-F) (Eocen – Actual). Prezintă, în general, cochilii echilaterale, inechivalve şi integripaliate, fixate prin valva dreaptă, care este convexă; valva stângă este plană sau plan-concavă. Umbonul este ortogir şi mărginit de prelungiri aliforme. Ligamentul, intern, se fixează într-o fosetă

triunghiulară situată sub umbon. Suprafața externă a valvelor este ornamentată cu coaste radiare.

Specii de *Pecten* s-au găsit în gresiile glauconitice de pe Valea Teleajenului sau în Badenianul Munților Apuseni.

Chlamys (Fig. 160-G) (Triasic – Actual). Are o cochilie ușor ovală, aproape echivalvă, cu urechiuși inegale (cea anterioară mai dezvoltată decât cea posterioară), ornamentată cu coaste radiare solzoase, striate sau tuberculate; uneori se remarcă o ornamentație concentrică.

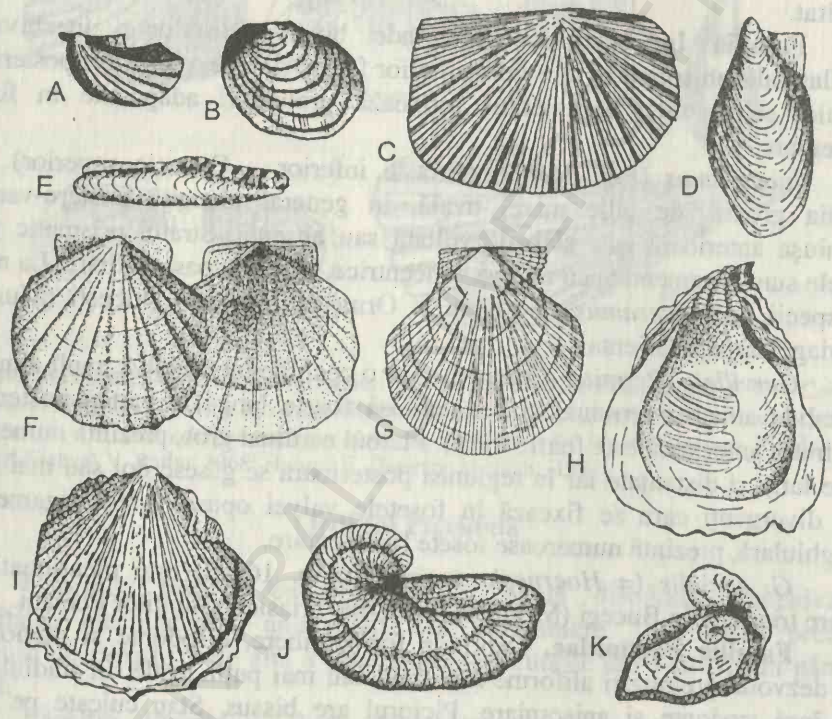


Fig. 160. Pteriidae. A – *Rhaetavicula (Pteria) contorta*; **Posidoniidae.** B – *Posidonia becheri*; C – *Daonella*; **Inoceramidae.** D – *Inoceramus labiatus*; E – *Gervilleia (= Hoernesia) socialis*; **Pectinidae.** F – *Pecten*; G – *Chlamys*; **Ostreidae.** H – *Ostrea digitalina*; **Spondylidae.** I – *Spondylus miocaenicus*; **Gryphaeidae.** J – *Liogryphaea arcuata*; K – *Exogyra virgula* (A-B, D-F, H-K după V. Barbu, 1968; C și G din E. Hanganu și colab., 1983).

Familia Ostreidae. Sunt bivalve disodonte, monomiare, inechivalve, cu contur neregulat, fixate prin valva stângă, mai mare. Valvele sunt foarte groase. În stadiul tânăr, cînd sunt încă libere, posedă dentiție taxodontă și sunt dimiare.

Ostrea (Fig. 160-H) (Cretacic – Actual). Are valvele cu aspect lamelar şi contur neregulat. Prezintă, în general, aree ligamentară triunghiulară cu şanţ ligamentar. Ligamentul este intern. Impresiunea musculară, unică, este situată aproape central.

Ostrea (*sensu strictu*) a dat numeroase fosile caracteristice. *O. crassissima* este o formă de talie mare din Badenian (Bahna).

Familia Gryphaeidae. Sunt bivalve disodonte, monomiare, asemănătoare cu ostreidele dar cu umbonul puternic răsucit.

Liogryphaea (Fig. 160-J) (Jurasic – Terţiar). Prezintă o cochilie inechivalvă, cu valva stângă mare, umbon puternic răsucit, valva dreaptă operculară.

Exogyra (Fig. 160-K) (Jurasic – Cretacic). Este asemănătoare genului anterior, de care se deosebeşte mai ales prin umbonul ambelor valve puternic răsucit lateral.

Familia Spondylidae. Cuprinde genuri filibranhiate, monomiare, cu dentiţie isodontă; fiecare valvă are câte doi dinţi situaţi simetric faţă de foseta ligamentară, mediană.

Spondylus (Fig. 160-I) (Permian – Jurasic – Actual). Are cochilii groase, în general ovale, inechivalve – valva dreaptă (fixată prin cimentare) fiind mai bombată decât cea stângă – şi prevăzută cu urechiuşe; aree ligamentară mare cu fosă ligamentară. Sunt integripaliate. Valvele sunt ornamentate cu coaste şi pliuri radiare solzoase, uneori cu ţepi. În Miocenul de la Bahna se găsesc speciile *S. crassicosta* şi *S. miocaenicus*.

Subclasa Palaeoheterodonta

Cuprinde bivalve cu dentiţie preheterodontă şi schizodontă, echivalve, cu ligament amfidet sau opistodet. Mai importante sunt ordinele Unionoida şi Trigonioida.

Ordinul Unionoida

Prezintă cochilii inechilaterale de forme variabile, triunghiulare sau alungite posterior. Umbonul este mic, platoul cardinal cu aspect diferit (heterodonte, schizodonte, taxodonte, anodonte). Periostracumul este bine dezvoltat. Integripaliate. Sunt cunoscute din Devonian până în Actual.

Familia Anthracosiidae. Cuprinde paleoheterodonte cunoscute din depozite de ape salmastre şi dulci din intervalul Devonian - Triasic.

Anthracosia (Fig. 161-A) (Carbonifer – Permian). Are o cochilie subţire, alungită, de mici dimensiuni, echivalvă şi inechilaterală. Ligamentul, extern, este

localizat într-un şanţ linear. Platoul cardinal, triunghiular, poate prezenta sau nu dinţi situaţi sub umbon. Integripaliate. Impresiunea muşchiului anterior este mai largă decât cea a muşchiului posterior şi dispusă marginal. Valvele sunt ornamentate cu striuri fine de creştere vizibile pe faţa externă. A fost inclusă iniţial printre taxodonte.

Familia Unionidae. Cuprinde bivalve adaptate la mediul limnic. Dentiţia este preheterodontă: doi dinţi cardinali pe valva stângă şi trei dinţi cardinali pe valva dreaptă. Ligamentul extern. Sunt de talie relativ mare, cu stratul de sidef foarte dezvoltat – caracter de primitivitate.

Unio (Fig. 161-B) (Triasic – Actual), în sens larg, prezintă valve groase, echivalve, accentuat inechilaterale, oval-alungite posterior, cu umbon puternic. Ornamentaţia constă din striuri concentrice de creştere. Stratul prismatic al cochiliei este foarte subţire spre deosebire de stratul sidefos care este foarte gros. Dentiţia valvei drepte este constituită dintr-un dinte cardinal crenelat, mărginit posterior de un dinte lateral lamelar; pe valva stângă se găsesc doi dinţi cardinali crenelaţi şi doi dinţi laterali lamelari, posteriori. Impresiunea muşchiului anterior este adâncită iar impresiunea palială, continuă.

Foarte multe specii de *Unio* sunt caracteristice pentru Pliocen. *Unio pristinus* (Romanian) are valvele alungite, cu striuri concentrice pe suprafaţă. Partea posterioară este mai îngustă. *Unio subatavus* (Meoţian) (Fig. 161-C) are valvele alungite, cu umbonul puternic, situat aproape median.

Psilunio bielzi (Romanian inferior) (Fig. 161-F). Are valve înalte, triunghiulare şi boltite în regiunea subumbonală. Umbonuri puternic dezvoltate.

Anodonta (Fig. 161-G) (Cretacic superior – Actual). Este o formă de apă dulce, lipsită de dentiţie, cu valve subţiri.

Ordinul Trigonioida

Sunt schizodonte echivalve, inechilaterale, cu cochiliile de forme ovale sau triunghiulare. Ligamentul este opistodet. Unele genuri prezintă o carenă posterioară. Ostracum sidefos. Devonian – Actual.

Familia Lyrodesmatidae. Sunt bivalve clasificate fie printre taxodonte, fie printre trigonioide, avându-se în vedere faptul că la ele se manifestă tendinţa de evoluţie spre dentiţia schizodontă. Ar reprezenta grupul de origine al preheterodontelor preastartide.

Lyrodesma (Fig. 161-H) (Ordovician – Silurian). Are o cochilie mică, echivalvă, inechilaterală, integripaliată cu dentiţie actinodontă alcătuită din cinci până la nouă dinţi zimţuiţi transversal, dispuşi divergent sub umbon. În evoluţia genului se manifestă tendinţa alungirii dinţilor posteriori.

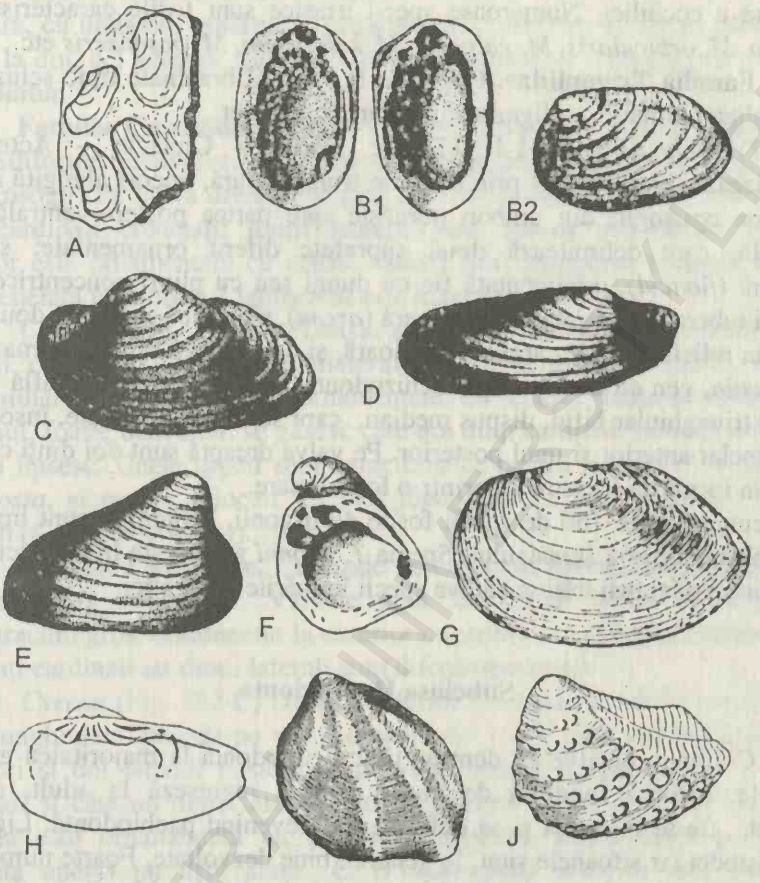


Fig. 161. Anthracosiidae. A - *Anthracosia carbonaria*; **Unionidae.** B – *Unio pristinus:* B1 – faţa internă a valvelor; B2 –valvă văzută la exterior; C – *Unio subatavus*; D – *Unio rumanus;* E – *Psilunio subrecurvus*; F – *Psilunio bielzi*; G – *Anodonta*; **Lyrodesmatidae.** H – *Lyrodesma coelata*; **Myophoriidae.** I – *Myophoria vulgaris*; **Trigoniidae.** J – *Trigonia bronni* (A-F şi I-J după V. Barbu, 1968; G după E. Hanganu şi colab., 1983; H după N. Şuraru, 1977).

Familia Myophoriidae. Pe valva stângă prezintă un dinte cardinal median nedespicat.

Myophoria (Fig. 161-I) (?Devonian – Triasic). Este reprezentată prin cochilii, în general de talie mijlocie, trapezoidale, triunghiulare sau ovale, ornamentate cu coaste diferite ca număr şi grosime. Frecvent există o carenă proeminentă care porneşte de la umbon spre marginea posterioară a valvelor şi care delimitează o aree posterioară cu o altă ornamentaţie decât suprafaţa

anterioară a cochiliei. Numeroase specii triasice sunt fosile caracteristice: *M. laevigata, M. orbicularis, M. vulgaris, M. kefersteini, M. pesanseris* etc.

Familia Trigoniidae. Cuprinde bivalve filibranhiate tipic schizodonte, integripaliate, dimiare, cu ligamentul extern, opistodet.

Trigonia (Fig. 161-J) (Triasic mediu – Cretacic – Actual). Se caracterizează, în sens larg, prin cochilie triunghiulară, uneori alungită anterior, cu umbon opistogir; din umbon porneşte spre partea postero-ventrală carena marginală, care delimitează două suprafeţe diferit ornamentate: suprafaţa anterioară (*flancul*), ornamentată fie cu dungi sau cu pliuri concentrice, fie cu coaste şi tuberculi; suprafaţa posterioară (*areea*), mai mică, prezintă două carene mai puţin reliefate decât carena posterioară, şi este netedă sau slab ornamentată. La *Trigonia*, gen cu dentiţie tipic schizodontă, pe valva stângă se află un dinte cardinal triunghiular bifid, dispus median, care separă două fosete, însoţit de un dinte lamelar anterior şi unul posterior. Pe valva dreaptă sunt doi dinţi cardinali, dispuşi în formă de V, separaţi printr-o fosetă mare.

Se cunosc peste 150 de specii fosile de trigonii. Trigoniile sunt importante pentru biostratigrafia Jurasicului. Specia *T. bronni* se găseşte în Jurasicul mediu din Banat. Astăzi mai trăiesc câteva specii în mările Australiei.

Subclasa Heterodonta

Cuprinde bivalve cu dentiţie tipic heterodontă la majoritatea genurilor. La unele, datorită modului de viaţă, dentiţia regresează la adult, devenind disodontă, fie se îngroaşă şi se deformează, devenind pachiodontă. Ligamentul este opistodet iar sifoanele sunt, în general, bine dezvoltate. Foarte numeroase şi variate, heterodontele au dat fosile caracteristice pentru Mesozoic şi mai ales pentru Neozoic. Heterodontele sunt grupate în ordinele Veneroida, Myoida şi Hippuritoida.

Ordinul Veneroida

Sunt bivalve cu cochilii echivalve, heterodonte sau disodonte, cu sifoane bine dezvoltate. Sunt cunoscute din Ordovician până în Actual.

Familia Astartidae. Cuprinde heterodonte cirenoide cu valve groase, triunghiular-rotunjite, echivalve, inechilaterale şi integripaliate. Marginea internă a valvelor este fie netedă, fie crenelată. Suprafaţa externă este netedă sau ornamentată cu striuri proeminente, concentrice. Ligamentul este extern. Fiecare valvă are câte doi dinţi cardinali şi unu sau doi dinţi laterali, de cele mai multe ori rudimentari.

Astarte (Fig. 162-A) (Jurasic - Actual). Are valvele mici, aproape circulare, cu umbonul puternic şi ornamentaţii concentrice. Dinţii cardinali sunt reduşi la doi, cel anterior fiind mai puternic. Specia *A. triangularis* – Miocenul de la Buitur.

Familia Carditidae. Heterodonte cirenoide cu cochilii groase, ovoide sau cordiforme, echivalve, inechilaterale, integripaliate şi anisomiare. Umbonul este prosogir. Pe valva dreaptă se află trei dinţi cardinali iar pe cea stângă doi dinţi cardinali crenelaţi; dinţii laterali sunt adesea rudimentari. Suprafaţa valvelor este ornamentată cu coaste radiare late; marginea ventrală a valvelor este crenelată la interior. Ligamentul este extern.

Cardita (Fig. 162-B) (Triasic superior – Paleocen - Actual). Prezintă cochilii cu valve groase, inechilaterale, de dimensiuni variabile, cu contur triunghiular sau trapezoidal, ornamentate cu coaste radiare solzoase. Sub umbonul, foarte dezvoltat, se găsesc căte doi dinţi cardinali lungi şi oblici; dinţii laterali lipsesc. Unele specii sunt caracteristice pentru Eocen: *C.(Venericardia) planicosta*, şi pentru Miocen: *C. (V.) jouanneti.* La noi se cunosc specii din Miocen (*C. transsylvanica*).

Familia Cyrenidae. Cuprinde heterodonte cirenoide, integripaliate, de ape salmastre sau dulci. Valvele sunt de formă ovală şi acoperite de periostracum gros, ornamentat la exterior cu striuri concentrice. Prezintă doi sau trei dinţi cardinali iar dinţii laterali sunt diferit dezvoltaţi.

Cyrena (Fig. 162-C) (Jurasic inferior - Actual). Cochilia rotunjită, ovală sau triunghiulară, posedă pe valva dreaptă doi – trei dinţi cardinali, doi laterali anteriori şi doi laterali posteriori; pe valva stângă se găsesc doi – trei dinţi cardinali şi câte un dinte lateral anterior şi unul lateral posterior. La exterior, cochilia este ornamentată cu striuri concentrice. Impresiunea palială poate prezenta uneori un uşor sinus. *C. (Polymesoda) convexa* este frecventă în Oligocen, Bazinul Transilvaniei şi Bazinul Petroşani.

Pisidium (Fig. 162-D) (Eocen – Actual). Are valvele mici, inechilaterale, cu câte doi dinţi cardinali divergenţi şi ligament intern. *P. iasiense* – Romanian, Moreni.

Familia Veneridae. Sunt heterodonte cirenoide exclusiv marine, sinupaliate, dimiare. Cochiliile, de formă ovală sau mai mult sau mai puţin alungite posterior, sunt relativ groase, cu ligament extern. Au doi sau trei dinţi cardinali pe fiecare valvă la care se adaugă uneori şi dinţii laterali, mai slab dezvoltaţi. Frecvenţă maximă în Terţiar – Actual.

Venus (Fig. 162-E) (Jurasic – Oligocen – Actual). Are o cochilie echivalvă, ovală, circulară sau cordiformă, cu lunula şi corseletul bine dezvoltate. Prezintă câte trei dinţi cardinali divergenţi pe fiecare valvă. Sinusul palial este uşor adânc şi angular. Valvele sunt ornamentate cu striuri concentrice.

Marginea ventrală a cochiliei este fin dințată, rareori netedă. Se cunosc circa 400 de specii din care 200 sunt exclusiv fosile. *V. multilamella* este frecventă în Miocenul de Lăpugiu.

Tapes (Fig. 162-F) (Cretacic – Actual). Are o cochilie aproape romboidală, echivalvă, inechilaterală, cu corselet mărginit de o carenă ornamentată cu dungi concentrice fine. Umbon prosogir. Pe fiecare valvă se găsesc trei dinți cardinali divergenți și deseori bifizi. Sinusul este adânc și rotunjit. Marginea internă a valvelor nu prezintă creneluri. Specia *T. gregarius* este foarte frecventă în Sarmațian.

Familia Lucinidae. Sunt heterodonte cu dentiție lucinoidă, echivalve, integripaliate, cu contur aproape circular, ornamentate cu dungi concentrice. Lunula este bine dezvoltată, cordiformă și adâncită. Ligamentul este fie intern, fie extern. Lucinidele se cunosc din Devonian, dezvoltarea maximă înregistrându-se din Terțiar până în Actual.

Lucina (Fig. 162-G) (?Jurasic – Cretacic superior – Actual). Are o cochilie cu contur aproape circular, heteromiară, cu mușchiul anterior alungit. Marginea posterioară este marcată de un șanț care pleacă din umbon și care delimitează înapoia sa corseletul; în partea anterioară umbonului se remarcă lunula bine dezvoltată. Valvele sunt ornamentate cu dungi și striuri concentrice dese și pronunțate. Ligamentul este extern. Dentiția este reprezentată prin doi dinți cardinali și doi dinți laterali pe fiecare valvă. La unele specii dentiția lucinoidă este foarte ștearsă, la altele a dispărut. Din cele aproximativ 400 de specii cunoscute, 300 sunt fosile. *L. incrassata* se cunoaște din Miocenul de la Lăpugiu.

Familia Chamidae. Cuprinde bivalve cu valve groase, cu structură lamelară. După dentiție ele aparțin heterodontelor de tip lucinoid dar modificările suferite de valve apropie chamidele de pachiodonte, unde sunt clasificate de unii autori.

Chama (Fig. 162-H) (Cretacic superior – Actual). Are cochilia neregulată, inechivalvă, fixată pe una din valve, fără ca totdeauna să fie aceeași valvă, stângă sau dreaptă. Structura cochiliei se caracterizează prin dezvoltarea, în locul stratului prismatic, a unui strat de fascicule de lamele calcaroase. Umbonul este curbat totdeauna spre partea anterioară, cel al valvei fixate fiind mai înalt decât umbonul valvei libere. Nu prezintă lunulă. Valva liberă, cu aspect de capac, are doi dinți cardinali și unul lateral. Valva fixată este mai adâncă și prezintă o aree ligamentară groasă, cu un singur dinte cardinal, brăzdat și foarte puternic; valva liberă are doi dinți cardinali și unul lateral. Ligamentul este extern, situat într-un șanț ligamentar arcuit, dispus înapoia umbonului. Mușchii adductori, puternic dezvoltați, lasă impresiuni mari. Impresiunea mantalei este continuă. Suprafața este acoperită de lamele și țepi. La unele forme, sculptura

unei valve se deosebeşte de sculptura celeilalte. Reprezentanţii actuali trăiesc în mările calde, mai ales în regiunile recifale.

Familia Cardiidae. Sunt lucinoide marine şi salmastre cu cochilii echivalve şi inechilaterale, cordiforme, ornamentate cu coaste radiare, frecvent solzoase sau chiar cu ţepi. Marginea internă a valvelor crenelată. Posedă câte doi dinţi cardinali conici şi câte unul sau doi dinţi laterali, anteriori şi posteriori. Ligamentul este extern. Sunt integripaliate.

Cardium (Fig. 162-I) (Triasic – Actual). Are cochilii cordiforme, echivalve, subţiri, cu umbon în general, median, ornamentate cu coaste radiare fine sau proeminente, netede, solzoase sau cu spini. Umbonul, proeminent, este puţin înrulat. Dentiţia este reprezentată prin doi dinţi cardinali şi câte un dinte lateral anterior şi posterior, pe fiecare valvă. Impresiunile muşchilor adductori sunt inegale. Numărul coastelor este variabil: puţine (cu ţepi) la *C. (=Plicatiforma) fittoni* (= *Plicatiforma fittoni*) (Sarmaţian) şi numeroase la *C. obsoletum.* Acest gen este cunoscut prin circa 300 de specii din care 100 sunt exclusiv fosile.

Familia Lymnocardiidae. Cuprinde bivalve apropiate cardiidelor, adaptate la apa salmastră spre dulce (incluse de unii autori în Familia Cardiidae). Adaptarea la ape salmastre şi dulci a dus la schimbarea morfologiei cochiliei şi a conformaţiei platoului cardinal. Lymnocardiidele au dat numeroase fosile caracteristice utilizate la biozonarea şi corelarea etajelor Pliocenului din bazinele Panonic, Dacic şi Ponto-Caspic (Subfamiliile Lymnocardiinae, Didacninae, Paradacninae, Adacninae, Pseudocarditinae).

Lymnocardium (Fig. 162-J) (Miocen mediu – Pliocen – Actual). Are cochilii, în general, de talie mică, aproape pătratice, echivalve, inechilaterale, ornamentate cu 10 – 12 coaste radiare, netede sau cu spini. Umbonul este proeminent. Dentiţia este reprezentată pe valva dreaptă prin doi dinţi cardinali, un dinte lateral anterior şi doi laterali posteriori, lamelari; pe valva stângă există un singur dinte cardinal, mărginit anterior şi posterior de câte doi dinţi laterali. La unele specii, impresiunea palială prezintă un sinus.

Prosodacna (= Psilodon) (Fig. 162-K) (Miocen – Pliocen inferior). Are o cochilie groasă, ovoidală, echivalvă, accentuat inechilaterală, cu umbonul robust, răsucit prosogir. Partea posterioară a cochiliei este mai subţire decât cea anterioară. Dinţii cardinali lipsesc sau sunt rudimentari. Pe valva dreaptă apar numai doi dinţi laterali anteriori, robuşti, între care se fixează unicul dinte lateral al valvei stângi. Dinţii laterali posteriori sunt subţiri şi lamelari pe ambele valve. Valvele sunt ornamentate cu coaste muchiate sau rotunjite. *P. haueri* (Dacian) are 10 – 12 coaste rotunjite şi conturul oval, cu partea posterioară îngustată; *P. neumayeri* (Dacian superior) are numai cinci sau şase coaste proeminente şi muchiate.

Stylodacna (Fig. 162-L) (Dacian). Are o cochilie ovoidală mare, echivalvă, inechilaterală, cu dinții cardinali absenți iar cei laterali lamelari, rudimentari; la exterior prezintă coaste radiare late separate de spații intercostale înguste. Umbonul este puternic răsucit anterior. Este, în general, considerată subgen al genului *Prosodacna*.

Didacna (Fig. 162-M) (Miocen – Actual). Are o cochilie subțire, echivalvă, inechilaterală, aproape dreptunghiulară, trunchiată posterior. Umbonul este slab dezvoltat. Suprafața valvelor este ornamentată cu numeroase coaste radiare (30 - 35) slabe; în regiunea posterioară există o carenă mai proeminentă care pleacă de la umbon spre marginea ventrală a valvelor. La exemplarele adulte dentiția este constituită numai din câte un dinte cardinal, fără dinți laterali. Formele tinere și unele primitive au doi dinți cardinali și dinți laterali. Linia palială este continuă.

Paradacna (Fig. 162-N) (Pontian inferior). Are o cochilie inechilaterală, de talie relativ mică, cu valve subțiri, ornamentate cu 10 – 12 coaste radiare, proeminente și rare. Nu prezintă dinți.

Monodacna (Fig. 162-O) (Pliocen superior – Actual). Cochilii de talii diferite, cu valvele subțiri, oval-alungite și relativ plane, deschise anterior și posterior. Prezintă numeroase coaste radiare, plate și netede. Pe fiecare valvă se află câte un dinte cardinal și dinți laterali rudimentari. Impresiunea mușchiului anterior este mare, cea a mușchiului posterior foarte mică. Sinusul palial este slab. *M. pseudocatillus* – Pontian, Prahova.

Familia Donacidae. Sunt bivalve cu valve egale, inechilaterale, sinupaliate, de formă triunghiulară sau oval alungită, netede sau sculptate difuz. Spre deosebire de majoritatea bivalvelor, partea anterioară a cochiliei este mai lungă decât partea posterioară. Platoul cardinal cu unu – doi dinți cardinali iar dinții laterali pot fi atrofiați. Ligamentul este extern.

Donax (Fig. 162-P) (Eocen – Actual), de talie relativ mică, are valvele oval-alungite sau triunghiulare, cu marginea posterioară trunchiată oblic. Umbonul este opistogir; sinusul palial adânc. Suprafața valvelor este ornamentată cu striuri concentrice sau radiare.

Familia Dreissenidae. Sunt bivalve cu cochilii echivalve, disodonte, anisomiare, cu aspect mitiloid, cunoscute din Cretacic până în Actual. În Terțiar, când ating apogeul evolutiv, s-au adaptat la viața în apele salmastre și dulci, lacustre. Dreissenidele sunt foarte frecvent și larg răspândite în Miocenul superior și în Pliocenul Europei estice.

Dreissena (Fig. 162-Q) (Neocomian – Eocen – Actual). Are o cochilie mitiliformă de talie mică, triunghiulară, carenată, cu umbonul ascuțit și situat terminal. Dentiția lipsește. Sub umbon prezintă o placă mioforă pe care se inseră mușchiul adductor anterior. Impresiunea mușchiului posterior este mare,

circulară sau ovală. Marginea anterioară prezintă o scobitură pentru bissus. Ligamentul, intern, este localizat într-un şanţ, paralel cu marginea cardinală. Impresiunea palială este uniformă sau cu un sinus mic. Valvele sunt netede sau prezintă striuri de creştere concentrice. Trăiesc în ape salmastre şi dulci.

Congeria (Fig. 162-S) (Oligocen – Pliocen – Actual). Cochilia, de mărimi diferite, se caracterizează printr-un contur cvadrangular, rombic sau triunghiular. Marginea anterioară a cochiliei este redusă. Dentiţia lipseşte. Umbonul, bombat şi înrulat, este situat anterior. Spre deosebire de *Dreissena*, placa mioforă este însoţită posterior de o proeminenţă mică de care se prinde muşchiul glandei bisogene. Ligamentul, intern, se fixează într-un şanţ paralel cu marginea cochiliei. Suprafaţa externă a cochiliei este netedă, uneori existând o carenă mai mult sau mai puţin proeminentă, care merge de la umbon în partea posterioară. Impresiunea palială este continuă. Congeriile sunt specii de apă dulce caracteristice pentru depozitele pliocene.

Familia Mactridae. Sunt bivalve cu dentiţie heterodontă de tip lucinoid, ligament intern, clasificate adesea alături de desmodonte.

Mactra (Fig. 162-T-U) (Eocen – Actual). Este unicul gen al acestei familii, reprezentat astăzi prin aproximativ 150 de specii. Cochilia este triunghiulară, echivalvă, inechilaterală, cu ligament intern situat în fosa ligamentară. Dentiţia este reprezentată pe valva dreaptă printr-un dinte cardinal bifid, situat înaintea fosetei ligamentare, şi doi dinţi laterali anteriori şi doi laterali posteriori; pe valva stângă se află un dinte cardinal lambdiform, care se angrenează între cele două ramuri ale dintelui valvei drepte, un dinte lateral anterior şi unul posterior. Ligamentul intern este localizat într-o fosetă situată sub umbon. Cochilia este dimiară şi sinupaliată, cu sinus puţin adânc. La exterior, cochilia este ornamentată cu striuri concentrice. Importanţă stratigrafică pentru Sarmaţian prezintă: *M. podolica* (Fig. 162-T) – cu valvele mai subţiri şi mai puţin înalte; *M. fabreana* (Fig. 162-U) – cu valvele groase şi cu o carenă posterioară ascuţită; *M. bulgarica* – cu valvele mici, groase şi platou cardinal foarte dezvoltat.

Familia Solenidae. Cuprinde bivalve sinupaliate, cu cochilia echivalvă, alungită, deschisă la ambele capete, su sifoane foarte scurte, cu umbon neproeminent şi ligament extern slab dezvoltat. Platoul cardinal, mult alungit, este prevăzut cu unu – trei dinţi pe fiecare valvă, de obicei cu un singur dinte cardinal (motiv pentru care sunt incluse uneori printre desmodonte). Dinţii laterali lipsesc. Trăiesc îngropate în nisip.

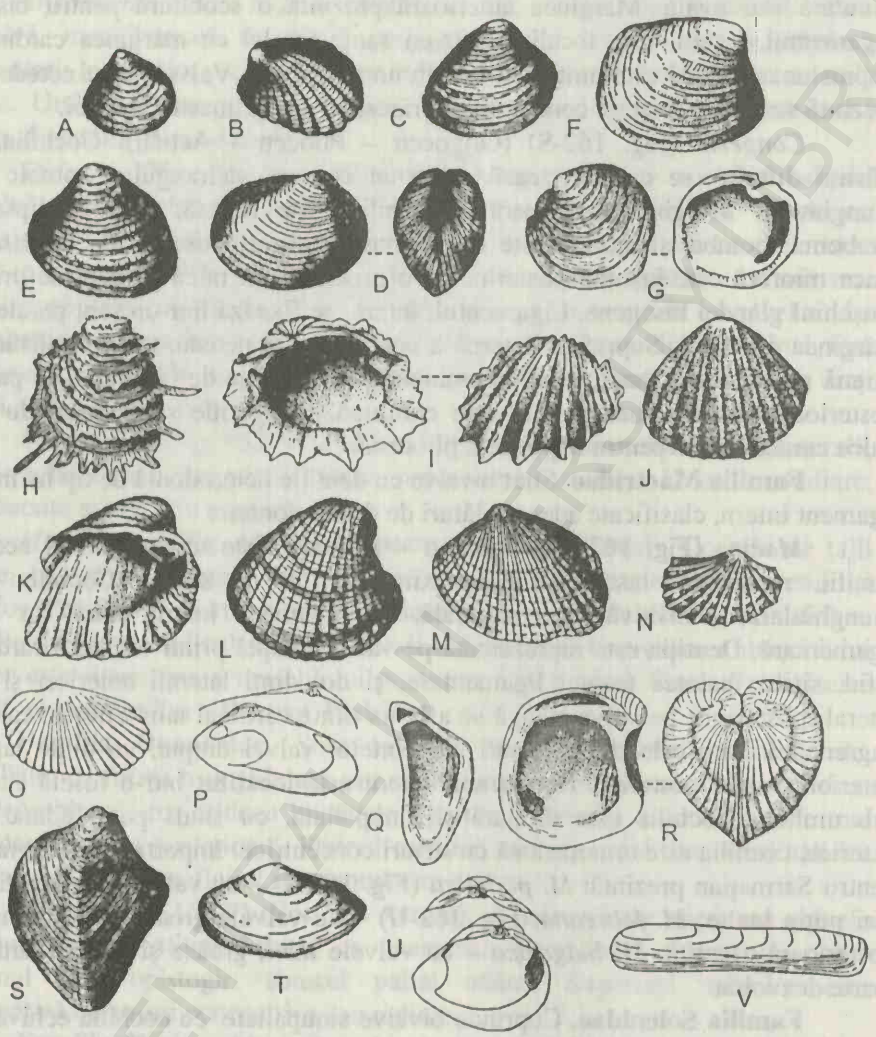


Fig. 162. Astartidae. A – *Astarte triangularis*; **Carditidae.** B – *Cardita transsylvanica*; **Cyrenidae.** C – *Cyrena semistriata*; D - *Pisidium amnicum*; **Veneridae.** E – *Venus multilamella*; F – *Tapes gregarius*;; **Lucinidae.** G – *Lucina incrassata*; **Chamidae.** H – *Chama calcarata*; **Cardiidae.** I – *Cardium fitoni (= Plicatiforma fittoni)*; **Lymnocardiidae.** J – *Lymnocardium subsquamulosum*; K – *Prosodacna haueri*; L – *Stylodacna heberti*; M – *Didacna subcarinata*; N – *Paradacna abichi*; O – *Monodacna pseudocatillus*; **Donacidae.** P – *Donax novorossicus*; **Dreissenidae.** Q – *Dreissena polymorpha*; R – *Congeria subglobosa*; S – *Congeria rhomboidea*; **Mactridae.** T – *Mactra podolica*; U – *Mactra fabreana*; **Solenidae.** V – *Solen subfragilis* (A-N şi P-V după V. Barbu, 1968; O după E. Saulea, 1967).

Solen (Fig. 162-V) (Terțiar – Actual). Are o cochilie dreptunghiular-alungită, cu marginile rectilinii și paralele. Umbonul este situat foarte aproape de marginea anterioară sau cu totul anterior. Sinusul sifonal este foarte adânc. Fiecare valvă poartă câte un dinte cardinal. *S. subfragilis* – Sarmațian, Moldova.

Ordinul Myoida

Sunt bivalve desmodonte care trăiesc afundate în nisip sau roci în care își sapă adăposturi, fără a se fixa prin *bissus*. Din cauza acestui mod de viață, dentiția regresează până la dispariție iar sifoanele se dezvoltă foarte mult. Sunt integripaliate sau sinupaliate. Aceste bivalve reprezintă un grup heterogen, polifiletic, cu adaptări convergente la viața cavicolă. Sunt cunoscute din Jurasic până în Actual.

Familia Myidae. Cuprinde forme cu cochilii aproape echivalve și ușor inechilaterale, prevăzute cu ligament intern prins de condroforul valvei stângi și de o fosetă ligamentară a valvei drepte. Platoul cardinal este lipsit de dinți iar sifoanele sunt foarte lungi și mai mult sau mai puțin unite.

Mya (Fig. 163-A) (Oligocen – Actual). Are cochilia cu pereți relativ subțiri, netedă și aproape echivalvă. Valva stângă este puțin mai mică decât valva dreaptă. Sinusul palial este foarte adânc. Astăzi speciile acestui gen s-au adaptat la substraturi mâloase și cunosc o considerabilă dezvoltare populațională în estuarele mărilor reci dar și în Marea Neagră.

Familia Pholadidae. Sunt bivalve echivalve, inechilaterale, cu cochilia mare, deschisă anterior și posterior. Platoul cardinal este lipsit de dinți. Marginea cardinală, răsfrântă peste umbon, este acoperită de plăci accesorii secretate de niște răsfrângeri ale mantalei. Ligamentul este intern. De sub umbon proeminează spre interiorul cochiliei o apofiză stiloidă pe care se prinde mușchiul retractor al piciorului. Sapă galerii în piatră (calcare sau marne) sau lemn, căptușind adăpostul cu o pojghiță calcaroasă care poate concrește cu cochilia. Foladidele sapă, îndeosebi în zona litorală, pe cale mecanică, fie cu asperitățile suprafeței cochiliei, fie cu piciorul care conține granule de silice.

Pholas (Fig. 163-B) (Jurasic – Actual). Este un gen litofag care își sapă un adăpost în rocile din zona litorală. Cochilia este oval-alungită, întredeschisă la ambele capete. Ornamentația este diferită: anterior, cochilia este prevăzută cu coaste solzoase sau dințate și posterior, cu striuri fine radiare și concentrice. Din argilele sarmațiene de la Ungheni sunt menționate *P. dactylus* și *P. pussila.*

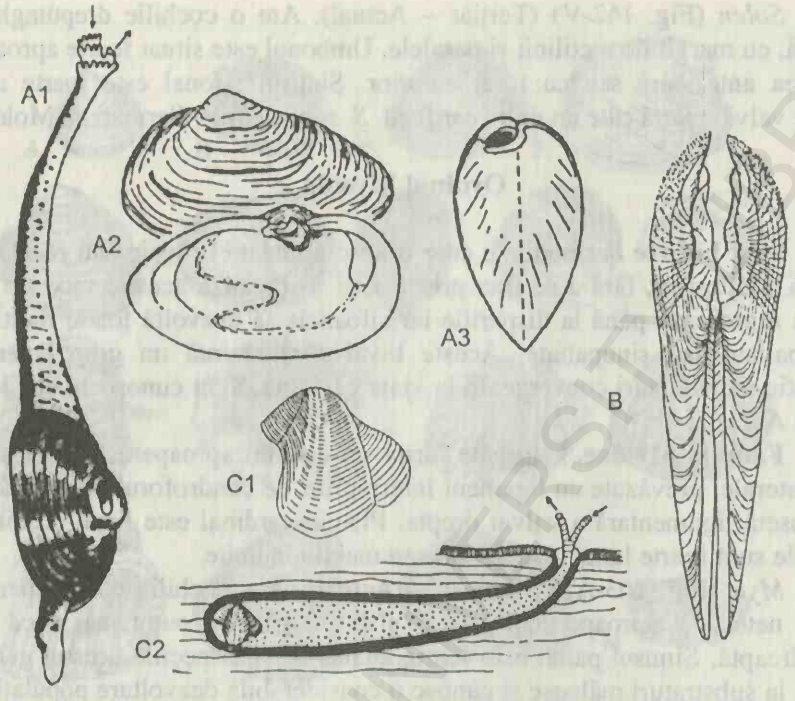


Fig. 163. Myidae. A – *Mya arenaria*: A1 – în poziția ei obișnuită îngropată în nisip la suprafața căruia ies numai capetele sifoanelor; A2 – valvele văzute la exterior și la interior; A3 – secțiune transversală prin cochilie în care se vede ligamentul intern (în negru) prins de chondrofor; **Pholadidae.** B – *Pholas*; **Teredinidae.** C – *Teredo*: C1 – cochilia; C2 – în galerie, din care ies capetele sifoanelor (A1 și A3 după Davitașvili, 1956; A2, B și C după E. Hanganu și colab., 1983).

Familia Teredinidae. Cuprinde desmodonte xilofage, care sapă galerii în lemn. Cochilia este foarte mică și acoperă numai partea anterioară a corpului; ea este echivalvă, triunghiulară, fără plăci accesorii, deschisă anterior și posterior. Sifoanele sunt foarte lungi și învelite într-un manșon calcaros tubular, drept sau curbat.

Teredo (Jurasic – Actual) (Fig. 163-C). Are o cochilia globuloasă, trilobată, deschisă anterior și posterior și lipsită de dentiție. Cochilia prezintă trei câmpuri distincte: unul anterior, triunghiular, acoperit de numeroși dințișori; unul median, mai mare, cu o apofiză stiloidă la interior, și striuri de creștere la exterior; al treilea câmp, posterior, în interiorul căruia se fixează mușchiul adductor posterior. Ligamentul este intern. Se cunosc perforații de *Teredo* de pe lemne silicifiate. În lipsa materialului lemnos, *Teredo* poate trăi și în nisip, caz în care peretele tubului sifonal se îngroașă.

Ordinul Hippuritoida

Cuprinde bivalve, la origine heterodonte, care au căpătat caractere deosebite datorită modului de viață ca forme fixate, cu deformări ale valvelor și ale dentiției. Valvele sunt foarte groase, inegale și modificate iar dinții sunt groși, puternici, puțini la număr, de unde denumirea de *pachiodonte* care li s-a dat (gr. *pachys* – gros; *odontos* – dinte). În general, există doi dinți pe valva liberă și un dinte pe valva fixată. Pachiodontele reprezintă un grup heterogen provenit din strămoși diferiți care, în urma adaptării la condițiile mediului recifal, au căpătat caractere comune. Acest ordin cuprinde reprezentanți cunoscuți din Silurian până în Cretacic, tipurile clasice aparținând depozitelor jurasice și cretacice. Au dispărut la sfârșitul Cretacicului.

Familia Megalodontidae. Este un grup de bivalve care, prin caracterele dentiției de tip lucinoid, se apropie de heterodontele veneroide iar prin caracterele platoului cardinal și impresiunea mușchiului adductor posterior, se apropie de pachiodonte. Cochilia este groasă, echivalvă dar inechilaterală, netedă sau cu dungi concentrice. Umbonurile sunt foarte dezvoltate și răsucite prosogir. Au o lunulă cordiformă, bine delimitată. Platoul cardinal al fiecărei valve, foarte lat și îngroșat, prezintă câte unul până la trei dinți cardinali îngroșați inegal și câte un dinte lateral anterior și posterior. Ligamentul este extern, opistodet. Sunt forme integripaliate. Impresiunile musculare sunt situate deosebit: cea anterioară la extremitatea platoului cardinal iar cea posterioară pe o suprafață ridicată (lamă mioforă) și prelungită sub platoul cardinal.

Megalodon (Fig. 164-A) (Devonian – Rhaetian). Posedă valve groase, bombate, cu contur oval. Platoul cardinal poartă doi dinți cardinali și trei fosete dentare pe valva dreaptă și trei dinți și două fosete pe cea stângă. Unii paleontologi consideră acest gen ca origine a genului *Diceras*. Au atins frecvența maximă în Triasicul superior.

Familia Diceratidae. Genul reprezentativ al acestei familii este *Diceras* (Jurasic superior).

Diceras (Fig. 164-B). Are o cochilie aberantă, cu valve foarte groase și umbon spirogir, asemănător coarnelor de berbec; cochilia era fixată prin una dintre valve. Valva fixată este mai mare iar valva liberă are umbonul mai puțin dezvoltat. Pe valva dreaptă sunt doi dinți: dintele 1, puternic, urmat de dintele 3, mai mic, separați de o fosetă în formă de potcoavă; pe valva stângă există un singur dinte (dintele 2), arcuit și mărginit de fosetele dinților valvei opuse. Mușchiul anterior se prinde direct pe valve, cel posterior se inseră pe o placă mioforă, care se prelungește sub platoul cardinal. Ligamentul este extern. Ornamentația, păstrată în rare cazuri, este reprezentată prin coaste radiare sau

prin striuri concentrice. *D. arietinum* este fixat prin valva dreaptă. În Jurasicul din Dobrogea, acest gen se găseşte mai ales sub formă de mulaje.

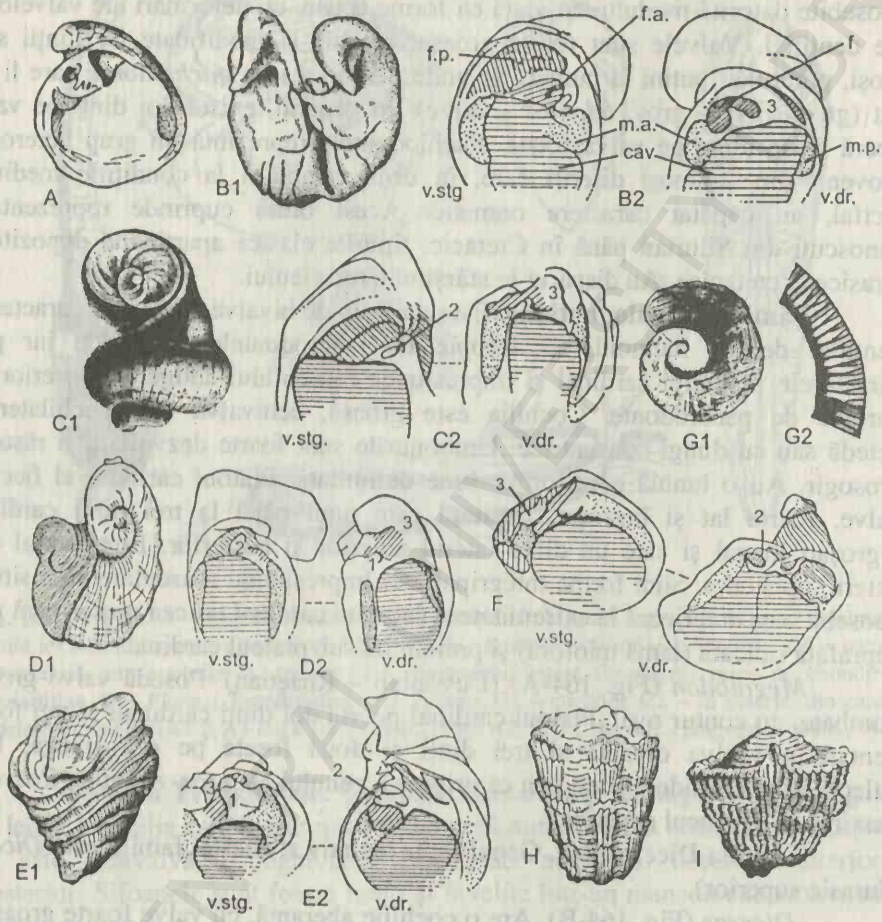


Fig. 164. Megalodontidae. A – *Megalodon*; **Diceratidae.** B – *Diceras*: B1 – cochilia la exterior; B2 – aspectul intern al valvelor (schemă); **Requieniidae.** C – *Requienia*: C1 – *R. ammonia*; C2 - aspectul intern al valvelor (schemă); D – *Toucasia carinata*: D1 - cochilia la exterior; D2 - aspectul intern al valvelor (schemă); **Monopleuridae.** E – *Monopleura imbricata*: E1 – cochilia la exterior; E2 - aspectul intern al valvelor (schemă); **Caprotinidae.** F – *Caprotina* (schema structurii interne a valvelor); **Caprinidae.** G – *Caprina adversa:*G1 – valva stângă; G2 – secţiune transversală prin peretele cochiliei; **Radiolitidae.** H – *Radiolites praegalloprovincialis*; I – *Sphaerulites angeoides* (A1, B1, D1, E1, H, I după V. Barbu, 1968; C1 după L. Davitaşvili, 1956; B2, C2, D2, F după E. Hanganu şi colab., 1983; G după C. Dechaseaux, în J. Piveteau, 1952).

Familia Requieniidae. *Requienia* (Fig. 164-C) (Cretacic inferior) are o cochilie netedă, accentuat inechivalvă, fixată prin valva stângă care este mai mare şi răsucită. Valva dreaptă, liberă, este mică, plată şi are umbonul spiralat. Dentiția este de acelaşi tip cu cea a genului precedent dar cu elementele mai puțin dezvoltate. Impresiunea palială este întreagă. *Requienia* se cunoaşte şi din calcarele neocomiene din Cheile Bicazului, din Barremianul din Dobrogea şi din Urgonianul Platoului Mehedinți.

Toucasia (Fig. 164-D) (Barremian – Cenomanian). Cochilie inechivalvă, de dimensiuni mai mici decât *Requienia,* fixată pe valva stângă care este mult dezvoltată. Valvele sunt adesea carenate. Platoul cardinal se aseamănă cu cel de *Diceras*. Se găseşte şi în Barremianul din Dobrogea şi în Urgonianul de la Nadanova-Gorj (*T. carinata*).

Familia Monopleuridae. Cuprinde pachiodonte cretacice care se presupune că ar deriva din diceratidae.

Monopleura (Fig. 164-E) (Cretacic). Este o cochilie accentuat inechivalvă, fixată prin valva dreaptă. Valva dreaptă este conică sau spiralată iar valva stângă, mai mult sau mai puțin operculară şi deseori spiralată. Dentiția este reprezentată, pe valva dreaptă, de un dinte puternic situat în fața fosei ligamentare; pe valva stângă se găsesc doi dinți puternici, aproape egali, separați de o fosetă. Ligamentul este extern. Mușchii adductori se fixează pe prelungirile platoului cardinal. În Barremianul din Dobrogea se găseşte *M. trilobata.*

Familia Caprotinidae. *Caprotina* (Fig. 164-F) (Cretacic). Cochilie inechivalvă cu valva dreaptă convexă iar umbonul acesteia este înrulat. Dentiția este slab dezvoltată. Mușchii adductori se inseră la nivelul platoului cardinal.

Familia Caprinidae. Cuprinde bivalve cu pereții cochiliei groşi şi străbătuți la interior de septe bifurcate spre exterior.

Caprina (Fig. 164-G) (Cenomanian). Este genul reprezentativ al acestei familii. Valvele sunt răsucite asemenea coarnelor de capră; valva dreaptă servea la fixare.

Familia Hippuritidae. Cuprinde pachiodonte caracterizate prin perforația valvei stângi şi existența pe valva dreaptă a trei, mai rar două, şanțuri longitudinale ce corespund celor trei replieri din dreptul crestei ligamentare (L) şi a stâlpilor sifonali (S şi E).

Hippurites (Fig. 165) (Cretacic superior). Are o cochilie fixată prin valva dreaptă care devine conică iar cea liberă este operculară, străbătută de numeroase canale prin care intră apa (Fig. 165-D). Valvele se deschideau prin turgescența produsă în corpul animalului (ligamentul intern, prezent aici, nu mai era folosit la deschiderea valvelor). Valva fixată (dreaptă) posedă pe suprafață trei şanțuri care corespund în interior la trei creste sau stâlpi: unul ligamentar (cardinal), altul ar corespunde sifonului anal iar ultimul sifonului branhial. Pe

ambele valve se găsesc impresiuni musculare. Valva dreaptă prezintă un singur dinte puternic de forma literei H, mărginit de fosete (anterioară şi posterioară) în care pătrund cei doi dinţi mari (anterior şi posterior) de pe valva operculară. Pe valva stângă, alături de dintele posterior se găseşte o lamă mioforă posterioară, foarte dezvoltată. Suprafaţa externă a valvei fixate este ornamentată cu coaste longitudinale.

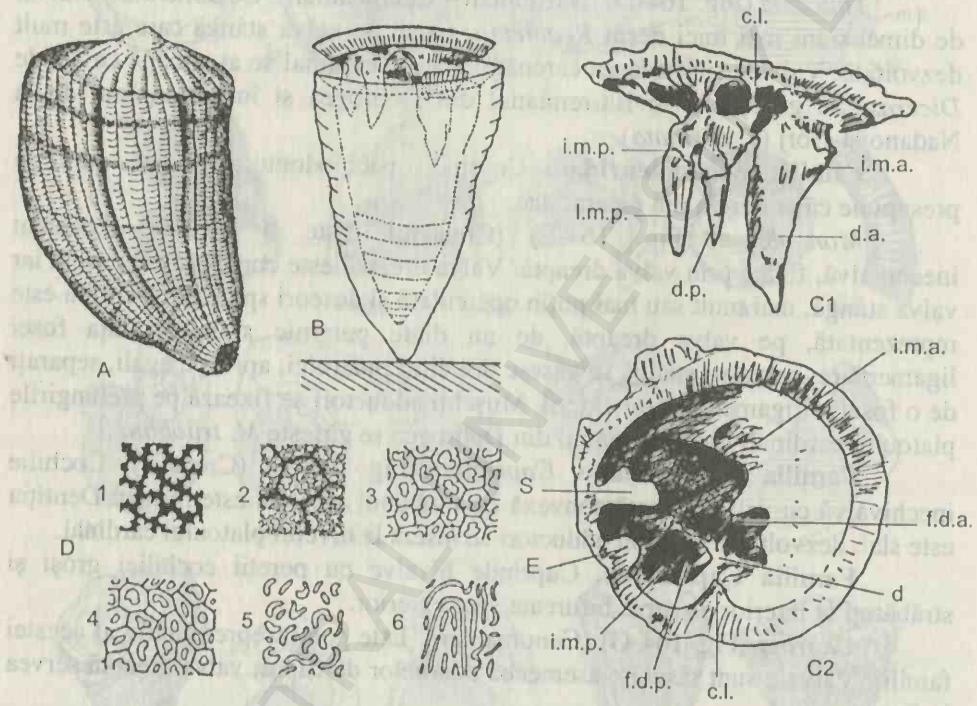


Fig. 165. Hippurites. A – *Hippurites cornuvaccinum*; B – modul de îmbinare a valvelor (schemă); C - *Hippurites radiosus*: C1 – valva stângă; C2 – valva dreaptă văzută de deasupra; D – diferite tipuri de pori ai valvei operculare: 1-3 – reticulaţi; 4-5 – subreticulaţi; 6 - lineari şi vermiculaţi (A după V. Barbu, 1968; B după L. Davitaşvili, 1956; C simplificat după C. Dechaseaux, în J. Piveteau, 1953; D după L. Moret, 1940). d – dintele valvei drepte; d. a. – dinte anterior al valvei stângi; d. p. – dinte posterior al valvei stângi; f. d. p. – foseta dintelui posterior; c. l. – creastă ligamentară; l. m. p. – lamă mioforă posterioară; i. m. a. – inserţia muşchiului anterior; i. m. p. – inserţia muşchiului posterior; E – pilier anterior; S – pilier posterior.

Hipuriţii trăiau în număr mare în mediul recifal coraligen. La sfârşitul Cretacicului au dispărut.

Hipuriții au dat fosile conducătoare pentru Senonianul provinciei mediteraneene, din Pirinei până în Himalaya. La noi în țară, hipuriții sunt întâlniți în Munții Apuseni, Carpații Meridionali (Brezoi), Cisnădie-Sibiu, pe malul Mureşului (Conop).

Familia Radiolitidae. Sunt pachiodonte, derivate probabil din monopleuride, asemănătoare hipuriților, cu valva dreaptă fixată prin umbon iar cea stângă liberă, oprcurală. Se deosebesc de hipuriți prin structura alveolară a ostracumului, prin lipsa porilor de pe valva operculară, şi prin lipsa jghiaburilor şi a pilierilor valvei fixate.

Radiolites (Fig. 164-H) (Cretacic superior). Are o cochilie biconică, cu valva dreaptă mult mai mare decât cea stângă, ornamentată la exterior cu numeroase pliuri transversale neregulate. Valvele au structură spongioasă, fără pori şi canale pe valva superioară; în interiorul valvei fixate nu se dezvoltă stâlpi.

Radioliții se găsesc în gresii fine sau marne, ceea ce sugerează că trăiau în zone mai adânci şi liniştite decât hipuriții. Această concluzie este întărită de faptul că numeroşi radioliți nu prezintă suprafațe de fixare. Nu au participat la formarea calcarelor recifale. La noi se cunosc din Munții Apuseni, Carpații Meridionali şi Dobrogea.

Sphaerulites (Fig. 164-I) (Apțian – Cenomanian). Are cochilia biconică, mai lată decât înaltă; vârful valvei operculare formează un unghi foarte mare.

Pachiodontele au lăsat numeroase resturi fosile în Jurasic şi Cretacic, cînd au populat zonele recifale. Ele ajunseseră la o supraspecializare şi nu au mai avut posibilitatea să se adapteze noilor condiții paleogeografice de la începutul Neozoicului. Faptul că ultimele pachiodonte cunoscute au fost găsite în partea cea mai târzie a depozitelor cretacice superioare (Catalonia) sugerează însă, că extincția lor a făcut parte din marea extincție în masă de la sfârşitul Cretacicului.

Subclasa Anomalodesmata

Cuprinde bivalve cu cochilie subțire, inechilaterală, cu platoul cardinal slab dezvoltat, dentiție redusă sau absentă. Sifoanele şi sinusul palial sunt mai mult sau mai puțin dezvoltate. Cuprinde un singur ordin – Pholadomyoida, cu mai multe familii.

Ordinul Pholadomyoida

Sunt bivalve cu cochilii ovoidale sau subtriunghiulare, cu umbonul proeminent, majoritatea echivalve, mult inechilaterale şi sinupaliate. Valvele

sunt subțiri și deschise posterior iar la unele genuri, și anterior. Ligamentul este extern. Sunt cunoscute din Devonian până în timpurile actuale.

Familia Pholadomyidae. Are ca reprezentant principal genul *Pholadomya.*

Pholadomya (Fig. 166) (Triasic superior – Actual). Se caracterizează printr-o cochilie echivalvă, bombată, oval-alungită, cu pereții foarte subțiri. Marginea anterioară este foarte scurtă și rotunjită iar regiunea posterioară este alungită. Platoul cardinal este lipsit de dentiție dar cu o protuberanță alungită sub umbonul valvei. Ornamentația constă în coaste radiare rare și noduri. În fauna actuală au mai supraviețuit două specii de adâncime mare care trăiesc în Oceanul Indian. Formele fosile se întâlnesc, în special, în sedimentele apelor puțin adânci. În Jurasicul de la Strunga se găsește *Ph. murchisoni* iar în Badenianul Bazinului Beiuș, *Ph. alpina.*

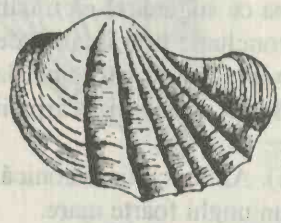


Fig. 166. *Pholadomya hausmanii* (după V. Barbu, 1968).

Originea și evoluția bivalvelor. Bivalvele constituie o clasă omogenă de moluște adaptate la viața sedentară. Cu privire la originea bivalvelor, principalii reprezentanți actuali ai grupului Diasoma, se consideră că acestea au apărut din moluște cirtosome de tipul monoplacoforelor prin intermediul unor diasome primitive de tipul rostroconcelor. La rostroconce apare mai întâi o prosoconcă univalvă după care se dezvoltă două valve cu articulație nedezvoltată, după câte se cunoaște. O dovadă a posibilității dezvoltării cochiliei bivalve dintr-o cochilie univalvă o reprezintă gastropodul *Berthelinia typica*, descoperit în 1959 în Marea Japoniei (Fig. 167). Acest gastropod, de 10 mm lungime, formează în stadiul larvar o cochilie embrionară helicoidală care va crește ulterior numai pe cele două laturi ale sale, dând astfel naștere la două valve – cochilia definitivă. Cochilia embrionară se păstrează la adult pe apexul valvei stângi.

Bivalvele erau individualizate ca grup în Cambrian, ceea ce înseamnă că evoluția lor a început în timpuri precambriene. Cele mai vechi resturi de bivalve provin din Cambrianul mediu (Spania). Interesant este faptul că această specie cambriană nu prezintă dentiție taxodontă, socotită a fi cea mai primitivă și prezentă la cochilia larvară (*prodisoconcha*) celor mai multe bivalve; dentiția exemplarului cambrian constă din două lamele situate sub umbon, separate de o fosetă. O filogenie naturală a tuturor bivalvelor nu este încă stabilită. În general, se crede că toate bivalvele provin din forme libere sidefoase, cu valvele simetrice.

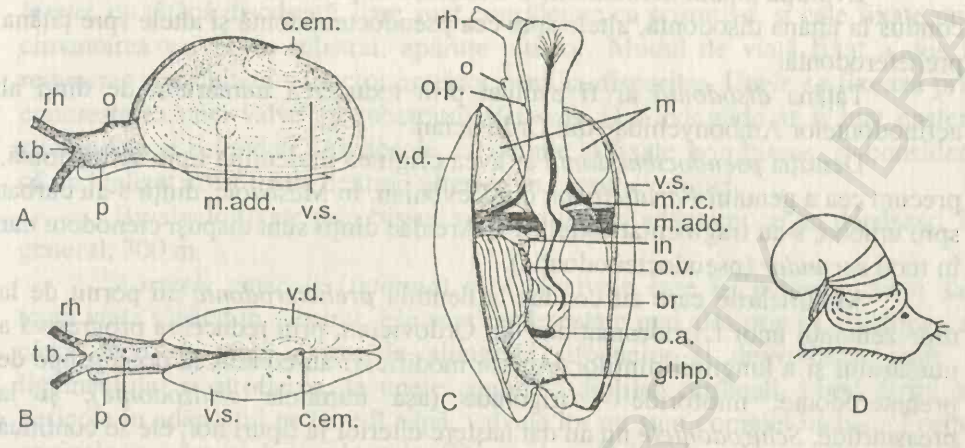


Fig. 167. ***Berthelinia typica*** **– un gastropod opistobranhiat actual cu cochilie bivalvă** (după V. Radu, 1967). A – văzut lateral stânga; B – văzut dorsal; C – văzut ventral cu valvele deschise; D – stadiu larvar în care se observă dezvoltarea valvelor pe părțile laterale ale cochiliei embrionare helicoidale; br – branhie; c. em. – cochilie embrionară; gl. hp. – glandă hipobranhială; in – inimă; m – manta; m. add. – mușchi adductor; m. r. c. – mușchi retractori ai capului; o – ochi; o. a. – orificiu anal; o. g. – orificiu genital; o. v. – orificiu vaginal; p – picior; rh – rinofore; t. b. – tentacule bucale; v. d. – valva dreaptă; v. s. – valva stângă.

Stabilirea relațiilor filogenetice dintre diferitele grupe de bivalve este foarte dificilă din cauza numeroaselor *homeomorfii*, adică realizarea paralelă a unor caractere și complexe de caractere cu valoare taxonomică. Multe dificultăți în sistematica bivalvelor provin din faptul că multe familii de bivalve nu au reprezentanți actuali iar bivalvele primitive paleozoice, deosebit de importante pentru explicarea direcțiilor evolutive, sunt păstrate de obicei sub formă de mulaje sau impresiuni pelomorfozate (cochilia aragonitică a bivalvelor este ușor solubilă).

Pe baza studiului ontogeniei și filogeniei ţâţânii se pot specifica principalele linii de evoluție a bivalvelor. Evoluția ţâţânii a marcat trei etape distinctive: *ţâţâna taxodontă* (*ctenodontă* și *actinodontă*), *ţâţâna preheterodontă* și *ţâţâna heterodontă*. Din Cambrian se cunosc bivalve *lipsite de dentiție* (Palaeoconcha), bivalve cu dentiție *ctenodontă*, păstrată fără modificări până la genul actual *Nucula*, și bivalve cu dentiție *actinodontă*.

Ctenodontele au realizat adaptări foarte variate la modul de viață: unele sunt forme libere (Nuculidae, Ctenodontidae), altele fixate prin bissus, inechivalve și inechilaterale (Antipleuridae, Vlastidae), precum și ctenodonte cavicole (Ledidae).

Evoluția țâțânii *actinodonte* s-a desfășurat pe calea unor modificări ce au condus la țâțâna disodontă, altele spre cea pseudoctenodontă și altele spre țâțâna preheterodontă.

Tâțâna *disodontă* ar fi evoluat prin reducerea numărului de dinți al actinodontelor Ambonychidae din Ordovician.

Dentiția *pseudoctenodontă* ar avea originea în dentiția tipic actinodontă, precum cea a genului *Parallelodon* din Devonian. În Mesozoic, dinții s-au curbat spre umbon, s-au fragmentat astfel că la Arcidae dinții sunt dispuși ctenodont dar în mod *secundar* (pseudoctenodonție).

Modificările care au condus la dentiția *preheterodontă* au pornit de la reprezentanții unor Lyrodesmatidae din Ordovician, prin reducerea progresivă a numărului și a lungimii dinților. Aceste modificări au condus la două grupe de preheterodonte: mioforide – trigonide (așa numitele *schizodonte*), și la preastartide. *Schizodontele* nu au dat naștere ulterior la tipuri noi; ele se continuă până astăzi prin genul *Trigonia*, o formă marină (există și schizodonte de apă salmastră și dulce). Preastartidele s-au modificat profund și au dus la țâțâna *heterodontă* de tip *lucinoid* și la cea de tip *cirenoid*.

Heterodontele formează majoritatea bivalvelor actuale și au realizat diferite tipuri adaptative: *forme libere* și forme cavicole sinupaliate.

O trăsătură generală care se poate urmări în cadrul tuturor liniilor de evoluție și adaptative este *tendința de creștere progresivă a taliei*. Cochiliile paleozoice sunt, în ansamblul lor, mai mici decât cele mesozoice și cele neozoice.

Paleoecologie. Primele bivalve duceau viață liberă, bentonică. Specializările adaptative ulterioare, realizate în diferite linii de evoluție, au dus la individualizarea a trei categorii ecologice de bivalve: libere, fixate și cavicole (Fig. 168). Formele libere și fixate la suprafața substratului alcătuiesc *epifauna* iar cele cavicole *infauna*; există și o *semiinfaună*, reprezentată de formele care se îngroapă pe jumătate în substrat.

Formele libere erau la început taxodonte și dimiare. Apoi au apărut schizodontele și heterodontele. Cele mai numeroase forme libere aparțin heterodontelor: Astartidae, Crassatellidae, Carditidae, Cyrenidae, Lucinidae, Cardiidae etc. Dintre heterodonte, unele s-au adaptat la faciesul recifal, dând naștere pachiodontelor iar altele au devenit cavicole, sinupaliate. Majoritatea formelor libere sunt marine. Dintre formele libere apar, în Carbonifer, și primele bivalve de apă dulce (Anthracosiidae). Printre reprezentanții liberi ai epifaunei, cele mai active sunt pectinidele care pot înota aproape de fundul marin prin mișcarea rapidă a valvelor și expulzarea cu putere a apei din interiorul cavității paliale.

Formele fixate. Din această categorie face parte epifauna fixată *prin bissus,* cu ţâţână disodontă, care sunt considerate ca primitive, şi cele fixate prin cimentarea valvei de substrat, apărute ulterior. Modul de viaţă fixat a dus la reducerea muşchiului adductor anterior până la dispariţie. Unele se fixează prin concreşterea unei valve cu substratul (*Ostrea*). Din aviculide ar fi luat naştere pectinidele şi ostreidele. Arcaceele, taxodonte şi fixate prin bissus, se consideră că au realizat acest tip de dentiţie ulterior, în cursul evoluţiei.

Bivalvele fixate prin bissus se dezvoltă la adâncimi ce nu depăşesc, în general, 300 m.

Formele cavicole (*infauna*) sunt bivalvele care îşi petrec o parte sau toată viaţa săpând în substrat. Ele sunt reprezentate mai ales prin desmodonte, al căror mod de viaţă a dus la alungirea sifoanelor şi dezvoltarea mare a ligamentului şi atrofierea, la unele genuri, a dinţilor cardinali. Fiind ferite de pericole în adăpostul pe care îl sapă, valvele lor nu sunt complet închise. Forme cavicole au dat şi heterodontele (Donacidae, Tellinidae, Veneridae etc.). În Paleozoic, principalele forme cavicole aparţineu ctenodontelor.

Săparea în substrat se poate realiza pe cale mecanică, cu ajutorul unui dispozitiv în formă de ventuză situat pe picior, cu care se prinde de substrat în timpul săpării, şi al unor protuberanţe în formă de dinţi, situate pe partea externă a valvelor (*Pholas, Teredo*). O altă cale de a săpa este cea chimică, care constă în dizolvarea rocii calcaroase cu ajutorul unui mucus acid (*Lithophaga*).

Din categoria *semiinfaunei* fac parte bivalve sesile sau foarte slab mobile care îşi îngroapă cochilia în substrat pe jumătate sau mai mult din lungime, sau care stau fixate prin bissus la o anumită adâncime în sedimente (*Pinna*).

Bivalvele sunt *indicatori paleoecologici* principali. Un factor care influenţează mult expresia caracterelor morfologice ale acestor moluşte este *salinitatea.* Scăderea salinităţii modifică atât forma şi ornamentaţia cât şi dentiţia, care se reduce sau dispare. Majoritatea bivalvelor sunt marine, mai puţine salmastre (Lymnocardiidae) sau dulcicole (Unionidae).

Temperatura este, de asemenea, un factor important care influenţează dezvoltarea bivalvelor. S-a observat că formele de talie mare trăiesc în ape calde. Pachiodontele s-au deplasat mereu spre sud odată cu răcirea climatului la sfârşitul Mesozoicului şi retragerea recifelor.

Bivalvele au avut un important rol litogenetic. Au participat la formarea calcarelor recifale şi perirecifale, a calcarelor organogene detritice; au produs acumulări de cochilii necimentate (falune) sau cimentate (lumaşeluri). Studiul evoluţiei, răspândirii şi al modului de viaţă al bivalvelor oferă date importante cu privire la delimitarea şi caracterizarea fostelor bazine de sedimentare.

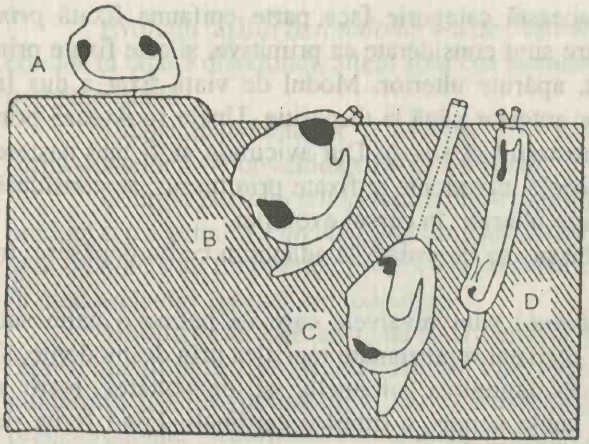


Fig. 168. Influența modului de viață al bivalvelor asupra morfologiei corpului (după L. Davitașvili, 1956). A – forme libere, târâtoare, dimiare, integripaliate, sifoane scurte (*Arca*); B – forme îngropate în substrat, dimiare, sinupaliate (*Venus*); C – forme îngropate în substrat, sinupaliate, cu sifoane lungi (*Mya*); D – forme îngropate în substrat, alungite, sinupaliate (*Ensis*).

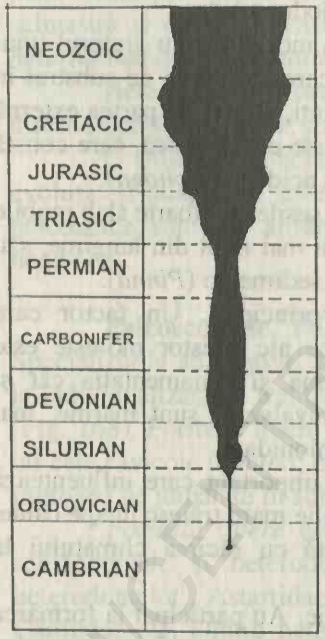


Fig. 169. Distribuția stratigrafică a bivalvelor (bazat pe House, în G. Krumbiegel și H. Walther, 1984).

Distribuție stratigrafică. Numărul genurilor de bivalve a crescut mult din Cambrian până în timpurile neozoice, când ating apogeul. În Paleozoic au avut două momente de apogeu – în Devonian și în Permian – cu un declin mai important în Carbonifer. După declinul din Triasic, care a fost cel mai important, bivalvele cunosc o ascensiune evolutivă care se continuă și astăzi (Fig. 169).

Repartiția geocronologică a principalelor ordine de bivalve (Fig. 170) relevă că numeroase grupe au avut un interval lung de existență: Nuculidae, Arcidae, Mytilidae, Ostreidae, Unionidae, Lucinidae, Carditidae, Pholadomyidae. Urmărind distribuția în timp a bivalvelor, se constată că în Era Paleozoică caracteristice au fost Cryptodonta și Palaeotaxodonta. Din Mesozoic cele mai numeroase sunt Pteriomorphia, dintre care unele nu depășesc limita acestei ere: Posidoniidae, Inoceramidae, Gryphaeidae; își continuă însă dezvoltarea cele din familiile: Arcidae, Glycymeridae, Mytilidae, Pteriidae, Pectinidae, Ostreidae, Spondylidae etc.

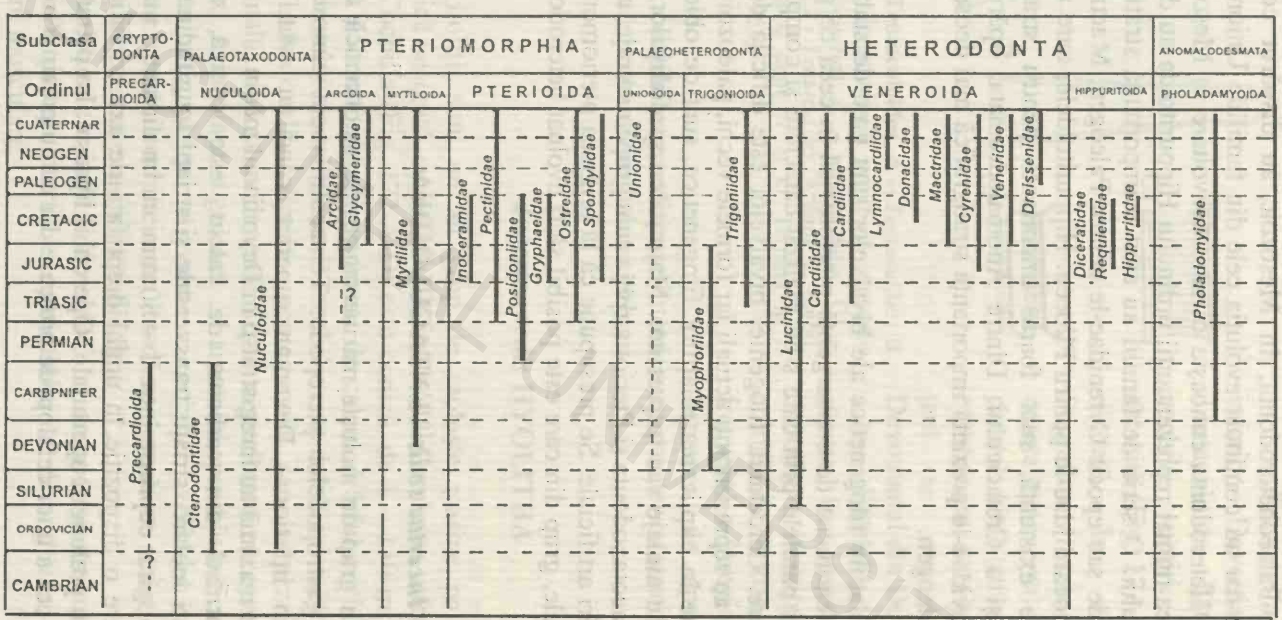


Fig. 170. Distribuția geocronologică a principalelor ordine de bivalve (după E. Manoliu și M. Orbocea, 1981).

BCU IAȘI · BIBLIOTECA UNIVERSITARĂ · LIBRARY

Din subclasa Palaeoheterodonta, în Mesozoic au dispărut cele din familia Myophoriidae dar au continuat evoluția cele din familiile Unionidae și Trigonidae. Subclasa Heterodonta cunoaște o mare dezvoltare în Mesozoic și Neozoic, dintre acestea numai reprezentanții ordinului Hippuritoida au dispărut la sfârșitul Mesozoicului. O serie de familii au avut o importanță stratigrafică pentru diferite perioade sau epoci: Cyrenidae-le pentru Paleogen, Mactridae-le pentru Miocen, Lymnocardiidae-le pentru Pliocen. Hippuritoidele, care au avut un interval scurt de existență, sunt foarte importante pentru stratigrafia Jurasicului superior și a Cretacicului. Dintre Anomalodesmata, apărute din Carbonifer, Pholadomyidae-le prezintă importanță stratigrafică mai deosebită în Jurasic, Cretacic și Paleogen.

Filogenie. Relațiile filogenetice ale bivalvelor sunt greu de stabilit din cauza numeroaselor fenomene de convergență morfologică în ceea ce privește cochiliile sau evoluții paralele prin care s-au realizat caractere și complexe de caractere asemănătoare. Cercetarea filogeniei bivalvelor este dificilă deoarece multe grupe fosile nu au reprezentanți actuali iar formele vechi, paleozoice, care sunt foarte importante în explicarea relațiilor filogenetice, sunt de obicei slab păstrate, sub formă de mulaje sau impresiuni. Majoritatea specialiștilor admite că numai grupele Palaeotaxodonta și Pteriomorphia sunt grupe naturale, celelalte fiind, probabil, grupări artificiale. Se presupune că la originea pteriomorfelor ar sta palaeoheterodontele, grup din care este posibil să fi evoluat heterodontele și alte grupe.

Incertae sedis TENTACULOIDEA

Reprezintă un grup de moluște marine cu poziție taxonomică nesigură alăturat, de obicei, gastropodelor pteropode. Tentaculiții sunt cunoscuți din intervalul Ordovician inferior – Devonian superior, când au avut o largă răspândire. Frecvența maximă au înregistrat-o în Devonianul mediu.

Cochilia, formată din carbonat de calciu, este conică, ascuțită, ornamentată cu valuri inelare, striații transversale și striații longitudinale (Fig. 171). Cochilia are lungimi cuprinse între 1 – 80 mm, cu un diametru maxim de 6,5 mm. Apertura are o dispoziție în unghi drept față de axa cochiliei și nu prezintă tuberculi sau prelungiri aperturale. Operculul lipsește. La prima vedere cochilia seamănă cu cea a unor cefalopode ortocere dar ea nu prezintă nici septe interne și nici sifon.

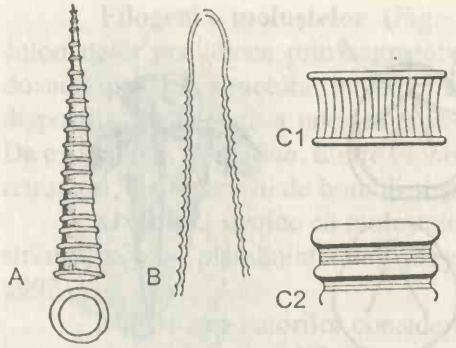


Fig. 171. Tentaculoidea. A – *Tentaculites*; B – secțiune longitudinală printr-un tentaculit (*Novakia acuaria*); C – ornamentația: C1 – *Novakia*; C2 - *Tentaculites* (A după V. Barbu, 1968; B și C după H. și G. Termier în J. Piveteau, 1953).

Tentaculites (Ordovician inferior – Devonian superior), Ordinul Tentaculitida. Este reprezentat prin cochilii subțiri, de formă conic-ascuțită (Fig. 171-A-B), cu partea mai dilatată în regiunea aperturii. Suprafața este ornamentată prin coaste transversale pronunțate, dispuse paralel. Unii tentaculiți par a fi forme embrionare de *Orthoceras*. La noi în țară se cunosc tentaculiți din Devonianul din Dobrogea.

Fosilele de tentaculiți se găsesc în asociație cu ostracode, conodonte, brahiopode, bivalve mici și colonii de briozoare. Cea mai mare frecvență o înregistrează în depozitele lagunare, de ape puțin adânci. În depozite, cochiliile apar dispuse întotdeauna paralel cu stratificația stratelor, fapt care indică, probabil, un habitat pelagic.

Incertae sedis HYOLITHA

Hioliții sunt un alt grup de moluște marine paleozoice cu poziție taxonomică nesigură, cunoscute din intervalul Cambrian inferior – Permian.

Cochilia (Fig. 172-A-D) este conică, de 1 – 150 mm lungime, bilateral simetrică și constituită din carbonat de calciu. Vârful cochiliei este ascuțit sau rotunjit. În secțiune transversală, cochilia este de obicei subtrigonală dar poate fi și circulară, ovală, eliptică, pentagonală sau trapezoidală. În secțiune longitudinală au fost evidențiate septe neperforate cu convexitatea îndreptată spre apex. Acest fapt sugerează că animalul, pe măsură ce creștea, abandona puțin câte puțin partea mai veche a cochiliei, izolând-o cu un perete septal. Suprafața externă a cochiliei este netedă sau ornată cu striuri fine de creștere sau cu carene transversale sau longitudinale.

Apertura era închisă de obicei cu un opercul articulat, se pare, printr-o șarnieră. Pe partea internă a operculului se disting una - două perechi de impresiuni musculare.

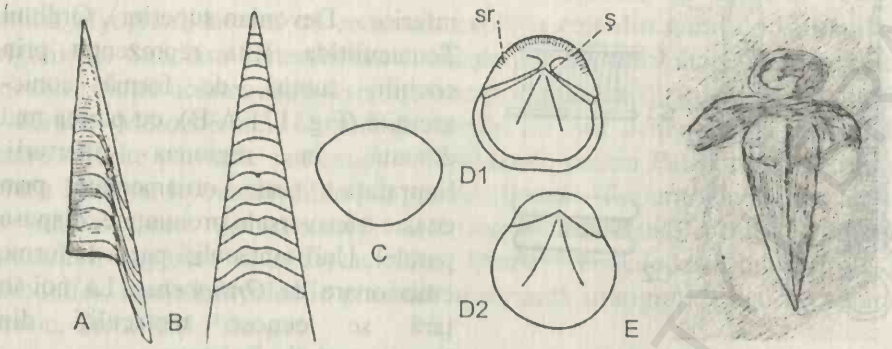


Fig. 172. Hyolitha. A – cochilie de *Hyolithes*. B – secțiune longitudinală prin cochilie în care se văd septele; C – secțiune transversală prin cochilie; D – opreculul: D1 – fața internă; D2 – fața externă; E – *Hyolithes primordialis*, Cambrian, America de Nord (desen după aspectul impresiunii) (A după E. Hanganu și colab., 1983; B-E – după H. și G. Termier în J. Piveteau, 1953); sr. – striuri radiare; ş – șanț.

Hyolithes (Cambrian inferior – Permian mediu), Ordinul Hyolithida. Prezintă o cochilie conică sau piramidală, ce poate depăși 10 cm lungime, deseori cu o parte aplatizată iar alta bombată (Fig. 172). Suprafața externă este netedă, mai rar cu coaste longitudinale. Apertura se închide cu ajutorul unui opercul.

Hioliții sunt foarte comuni în roci argiloase, în majoritatea tipurilor de sedimente marine, cu excepția celor hipersaline, a dolomitelor și a recifelor. Ei apar în asociație cu trilobiți, brahiopode și gastropode primitive, și foarte rar cu corali și briozoare. Impresiunea corpului moale prezintă un fel de aripioare laterale (o pereche) ce amintesc de lobii înotători ai pteropodelor (Fig. 172-E). Aceste structuri ar indica un mod de viață pelagic, înotător. Pe de altă parte, disimetria cochiliei și prezența operculului ar sugera, dimpotrivă, o viață bentonică, sedentară.

Hioliții sunt asociați, în general, pteropodelor pe baza prezenței celor două organe ce par a fi înotătoare. Această asociere cu pteropodele, care apar în stare fosilă abia în marnele neogene, rămâne însă o ipoteză deoarece organe perechi proximale se găsesc la grupe zoologice diferite: anelide, brahiopode, pterobranhiate.

Filogenia moluştelor (Fig. 173). Moluştele se apropie de trunchiul celomatelor anelidiene prin segmentaţia spirală şi larva trochoforă identică. O dovadă privind structura metamerică a strămoşilor moluştelor o constituie dispoziţia segmentară a unor organe perechi de la moluştele primitive actuale. De exemplu la *Neopilina*, dintre monoplacofore, se găsesc opt perechi de muşchi retractori, cinci perechi de branhii şi şase perechi de nefridii.

O ipoteză susţine că moluştele împreună cu anelidele ar proveni dintr-un strămoş comun platelmint (Vagvolgyi, 1967, Stasek, 1972, Connay şi Morris, 1993).

Majoritatea autorilor consideră că moluştele ar proveni dintr-un strămoş metamerizat – un proanelid. Dintr-un grup ipotetic de proanelide s-ar fi desprins primele forme moluscoide care ar reprezenta grupul ipotetic al arhimoluştelor. Moluştele ancestrale ar fi posedat un picior turtit pentru târâre, o cochilie în formă de scut dorsal şi un cap slab dezvoltat. Ele erau probabil fitofage şi microfage. Dintre moluştele cunoscute, monoplacoforele se apropie cel mai mult de structura moluştelor arhaice ipotetice.

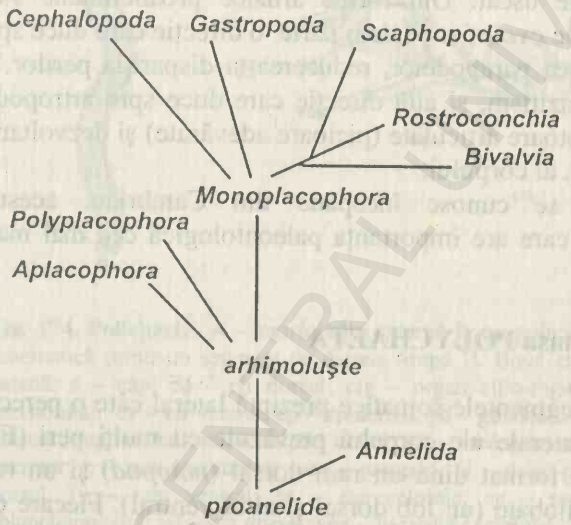


Fig. 173. Relaţiile filogenetice ipotetice între principalele grupe de moluşte şi faţă de anelide (sinteză de date).

Se consideră că gastropodele, scaphopodele, bivalvele şi cefalopodele au evoluat din *monoplacofore,* grup ce prezintă o cochilie formată dintr-o singură piesă. Cyrtosomele monoplacofore au stat la originea diasomelor. Grupul ancestral al diasomelor se consideră că a fost Rostroconchia. Din acestea s-au desprins Bivalvia (în Cambrianul inferior) şi Scaphopoda (în Ordovicianul mediu).

Aplacoforele şi poliplacoforele ar fi evoluat timpuriu, înainte de apariţia cochiliei unice. În acest caz, absenţa cochiliei la aplacofore ar putea fi primitivă şi nu secundară.

Încrengătura ANNELIDA

Cuprinde celomate cu simetrie bilaterală, cu corpul segmentat (metamerizat), motiv pentru care mai sunt denumite şi „viermi inelaţi". Corpul este format din trei părţi distincte embriologic: *prostomium (lob cefalic), soma* (totalitatea segmentelor celomice) şi *pigidium* (ultimul segment, fără origine celomică) şi diferenţiat într-o *regiune cefalică*, *trunchi* şi *pigidium* (Fig. 174-A). La formele primitive (Polychaeta) pe fiecare segment al trunchiului se dezvoltă câte o pereche de organe locomotoare nearticulate numite *parapode*.

Anelidele au apărut în domeniul marin, ocupând ulterior şi domeniul continental – dulcicol sau de uscat. Din forme arhaice proanelidiene s-au desprins două direcţii majore de evoluţie: pe de o parte, o direcţie care duce spre anelidele actuale, prin pierderea parapodelor, reducerea şi dispariţia perilor, şi trecerea la sedentarism şi parazitism, şi altă direcţie care duce spre artropode, prin apariţia de organe locomotoare articulate (picioare adevărate) şi dezvoltarea unui înveliş chitinos, protector, al corpului.

Anelide propiu-zise se cunosc începând din Cambrian, acestea aparţinând clasei Polychaeta, care are importanţa paleontologică cea mai mare dintre anelide.

Clasa POLYCHAETA

Sunt anelide la care segmentele somatice prezintă lateral câte o pereche de *parapode* – expansiuni laterale ale corpului prevăzute cu mulţi peri (Fig. 174-B). Fiecare parapod este format dintr-un ram dorsal (*notopod*) şi un ram ventral (*neuropod*), ambele bilobate (un lob dorsal şi altul ventral). Fiecare din aceste ramuri prezintă câte un mănunchi de peri ce pornesc dintr-un sac chetiger, de unde şi numele de polichete (gr. *polys* – mult; lat. sav. *chaetes* - peri). În fiecare mănunchi, unul dintre peri, numit *acicul*, este mai mare şi puternic, constituind un fel de ax de susţinere a ramului respectiv. La baza fiecărui parapod se găsesc două prelungiri sub formă de tentacule, numite *ciri*, un cir dorsal şi altul ventral, cu rol senzitiv (tactil şi chemoreceptor).

Polichetele fosile se cunosc prin impresiuni ale corpului moale, ale parapodelor, prin elemente ale aparatului masticator (*scolecodonte*), urme de

târâre, prin tuburile de natură organică sau minerală în care acestea au trăit şi, uneori, galeriile săpate în substrat de către formele sedentare.

Majoritatea polichetelor sunt organisme marine, puține fiind dulcicole sau terestre. Această clasă cuprinde două ordine principale: *Errantia* şi *Sedentaria*.

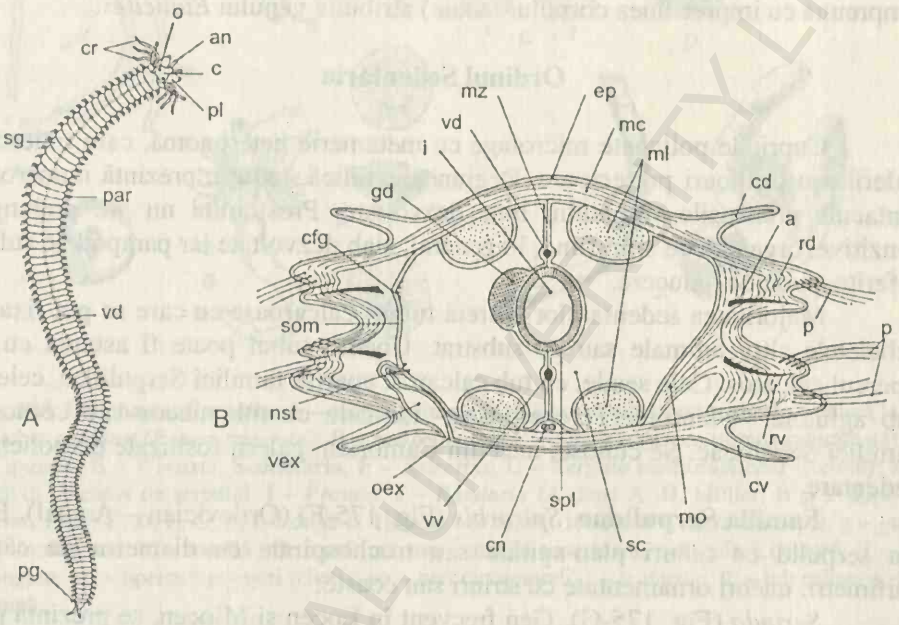


Fig. 174. Polichaeta. A – morfologia externă la un polichet (*Nereis*); B - Secțiune transversală schematică printr-un segment de *Nereis* (după H. Boué et R. Chanton, 1968); a – acicul; an – antenă; c – cap; cd – cir dorsal; cfg – organ cilio-fagocitar; cn – cordon nervos; cr – ciri peristomiali; cv – cir ventral; ep – epidermă; gd – gonadă; i – intestin; mc – mușchi circulari; ml – mușchi longitudinali; mo – mușchi oblici; mz – mezenter; nst – nefrostom; o – ocel; oex – orificiu excretor; p – peri locomotori; par – parapod; pl – palp; pg – pigidiu cu ciri caudali; rd – ram dorsal; rv – ram ventral; sc – sac celomic; sg – segment; som – somatopleură; spl – splanchnopleură; vd – vas dorsal; vex – veziculă excretoare; vv – vas ventral.

Ordinul Errantia

Cuprinde polichete libere, mobile, bentonic-vagile, prădătoare, cu metamerie homonomă, regiune cefalică distinctă, prelungiri senzitive pe prostomiu (antene, palpi), faringe protractil („trompă") înzestrat cu fălci chitinoase, parapode bine dezvoltate. Duc viață bentonică sau nectonică.

Erantele sunt reprezentate în stare fosilă prin impresiuni ale corpului cunoscute încă din Cambrianul mediu în vestitele şisturi de Burgess din Canada (*Wiwaxia, Miskoia, Canadia*) (Fig. 175-C, D, E) sau în calcarele litografice din Jurasicul superior de la Solenhofen. De asemenea, se cunosc scolecodonte – piese bucale cu dimensiuni de 0,1-10 mm – în şisturi şi calcare paleozoice; din Jurasicul superior (Malm) de la Solenhofen s-au găsit scolecodonte *in situ* (împreună cu impresiunea corpului moale) atribuite genului *Eunicites*.

Ordinul Sedentaria

Cuprinde polichete microfage cu metamerie heteronomă, care trăiesc în galerii sau în tuburi protectoare. Regiunea cefalică, redusă, prezintă numeroase tentacule prehensile şi branhii bine dezvoltate. Prostomiul nu are prelungiri senzitive, organele de simţ fiind, în general, slab dezvoltate iar parapodele suferă diferite grade de reducere.

Majoritatea sedentarelor secretă tuburi calcaroase cu care se pot fixa pe scheletele altor animale sau pe substrat. Uneori, tubul poate fi astupat cu un opercul calcaros. Cele sesile, cu tub calcaros, aparţin familiei Serpulidae, cele cu tub aglutinat – familiei Terebellidae – iar cele cu tub mucos sau cornos – familiei Sabellidae. Se cunosc, încă din Cambrian, galerii fosilizate de polichete sedentare.

Familia Serpulidae. *Spirorbis* (Fig. 175-F) (Ordovician – Actual). Este un serpulid cu tuburi plan-spirale sau trochospirale cu diametru de câţiva milimetri, uneori ornamentate cu striuri sau coaste;

Serpula (Fig. 175-G). Gen frecvent în Eocen şi Miocen, se prezintă prin tuburi ondulate sau spiralate, alipite între ele şi fixate;

Protula (Fig. 175-I) (Terţiar – Actual). Este reprezentată prin tuburi cilindrice, drepte, netede, cu diametrul de peste 5 mm, lipsite de opercul.

Rotularia (Fig. 175-J) (Cretacic superior – Eocen – Actual). Prezintă un tub plan-spiral sau trochospiral, fixat de substrat prin intermediul primelor ture.

Familia Sabellidae. *Scolithus* (Devonian) este un sabelid care, în Paleozoic, a contribuit la formarea de calcare recifale.

Polichetele sedentare trăiesc, de obicei, în biotopuri recifale, împreună cu coralieri, briozoare, alge calcaroase, spongieri, moluşte, crustacee, peşti şi altele.

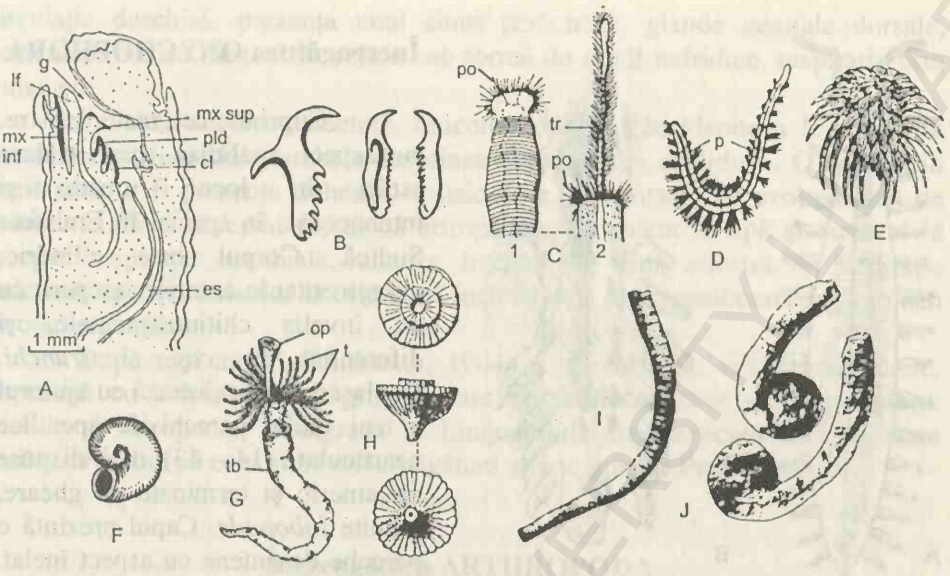


Fig. 175. Polichaeta. Errantia. A – secțiune longitudinală schematică prin regiunea cefalică la un polichet prădător (*Eunice punctata*); B – scolecodonte; C – *Miskoia* (2 - cu trompa protractată); D – *Canadia*; E – *Wiwaxia*; **Sedentaria**. F – *Spirorbis*; G – *Serpula contortuplicata* (Actual); H – opercul calcaros de serpulid; I – *Protula*; J – *Rotularia* (A după A. H. Müller; B şi F după V. Barbu, 1968; C, D, E, G, H, I, J după E. Hanganu şi colab., 1983); cl – cleşte (forceps); g – gura; es – esofag; mx inf – maxilă inferioară; mx sup – maxilă superioară; pld – placă dentară; lf – lob faringian; op – opercul; p – peri (cheți); po – peri circumorali; t – tentacule; tb – tub calcaros; tr – trompă.

Importanța polichetelor fosile. Prin acumularea în cantitate mare a tuburilor calcaroase ale polichetelor s-au format roci biogene calcaroase; în acelaşi timp, părțile moi ale corpului au contribuit la formarea mâlurilor organice, bogate în hidrocarburi. Prin aceasta, polichetele au o *importanță litologică*. Distribuția tuburilor şi a scolecodontelor în strate prezintă o *importanță stratigrafică* deloc neglijabilă. De asemenea este de remarcat *importanța paleoecologică* a polichetelor bazată pe faptul că asociațiile cu alte specii (recife, parazitism, comensalism) au rămas aceleaşi din Paleozoic până astăzi. Multe polichete au dat fosile de facies. Foarte cunoscute sunt calcarele recifale din Sarmațianul inferior al Moldovei şi al regiunii subcarpatice din Oltenia şi Muntenia care au în componență specia *Serpula gregaria* în asociație cu briozoare şi alte organisme.

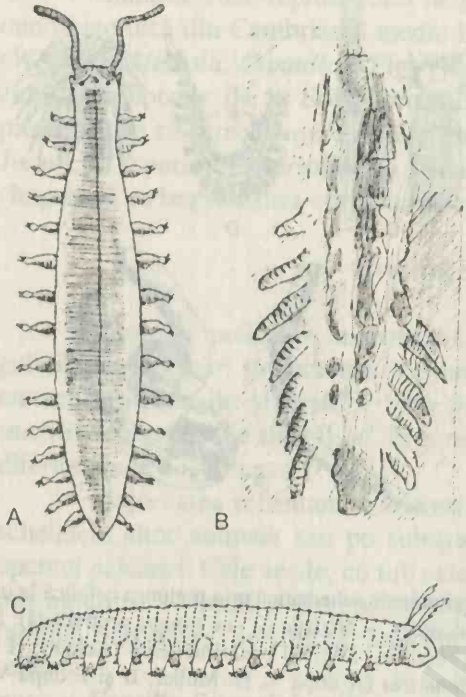


Fig. 176. Onichophora. A – *Peripatus zealandiae* (Actual); B – *Xenusion auerswaldae* (Proterozoic superior) – impresiune; C – *Aysheaia pedunculata*, Cambrian mediu – reconstituire (A după A. Sedgwick, 1888; B desen după C. Dechaseaux, în J. Piveteau, 1953; C din D. Patrulius, 1971).

Încrengătura ONYCHOPHORA

Cuprinde celomate terestre, cu aspect anelidian, care trăiesc astăzi în locuri umede şi întunecoase, în special în Emisfera Sudică. Corpul este cilindric, nesegmentat la exterior, acoperit cu un înveliş chitinos moale, şi diferenţiat în *cap* şi *trunchi*. Deplasarea se realizează cu ajutorul a mai multe perechi de apendice nearticulate (14 – 43), moi, dispuse metameric şi terminate cu gheare, numite *lobopode*. Capul prezintă o pereche de antene cu aspect inelat. Gura este înzestrată cu două fălci chitinoase, onicoforele fiind animale prădătoare. Respiraţia este traheană, traheile deschizându-se la nivelul tegumentului prin numeroşi pori.

În fauna actuală se cunosc mai multe genuri (*Peripatus* – Fig. 176-A, *Peripatopsis* etc.) cu lungimi cuprinse între 1,4 – 15 cm. Onicoforele au fost la origine animale marine. Cele mai vechi impresiuni atribuite onicoforelor se cunosc din Proterozoicul superior al Scandinaviei (*Xenusion*) (Fig. 176-B) şi din Cambrianul mediu al Americii de Nord (*Aysheaia*) (Fig. 176-C).

Onicoforele au o deosebită importanţă filogenetică deoarece prezintă caractere atât de anelide dar şi de artropode.

Caractere de anelide: metameria homonomă, mezoderm teloblastic, cap slab diferenţiat de trunchi, musculatura de tip neted, peretele corpului de tip sac musculo-cutaneu, ochi de tip anelidian, vas dorsal pulsatil, metanefridii segmentare, nefrostom ciliat, picioare asemănătoare cu parapodele etc.

Caractere de artropode: cuticula chitinoidă, fenomenul de năpârlire, ghearele de la picioare, apendice transformate în mandibule cavitatea corpului de tip hemocel (mixocel), sistem nervos îndepărtat de ectoderm, inima cu ostiole,

circulația deschisă, prezența unui sinus pericardic, glande genitale dorsale, veziculele coxale, resturi de celom sub formă de sacúl nefridian, respirația prin trahei etc.

Pe baza acestor caractere, onicoforele sunt considerate a fi o ramură paralelă cu artropodele, ambele desprinse din strămoși anelidieni. O dovadă în acest sens ar fi prezența traheilor la onicofore, într-o stare de evoluție atât de primitivă. Fiind acceptat faptul că artropodele au apărut în apă și au avut la început respirație branhială, ulterior trecând la viața terestră și respirație traheană, apariția traheilor la cele două încrengături este considerată un fenomen de convergență.

După unii autori (Lankester, 1904, A. H. Müller, 1981) onicoforele, împreună cu celelalte două grupări care prezintă caractere de trecere între anelide și artropode, Tardigrada și Linguatulida (necunoscute însă în stare fosilă), ar trebui să constituie o încrengătură aparte numită Protarthropoda.

Încrengătura ARTHROPODA

Artropodele sunt celomate protostomiene cu simetrie bilaterală, corp metamerizat heteronom acoperit de o cuticulă chitinoasă și prevăzut cu apendice articulate (gr. *arthros* – articulație; *podos* – picior).

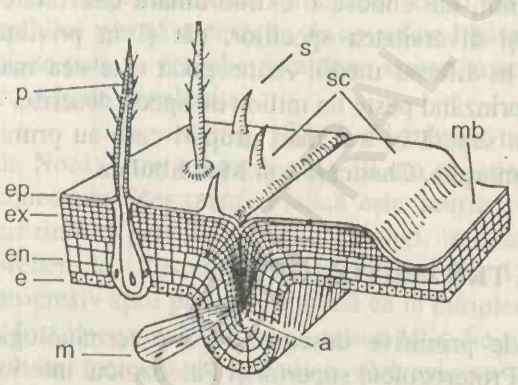


Fig. 177. Structura cuticulei la artropode (schemă după L. Störmer din E. Hanganu și colab, 1983); a – apopdemă; e – epiderm, en – endocuticulă; ep – epicuticulă; ex – exocuticulă; m – mușchi; mb – membrană; p – perișor; s – spin; sc – sclerit.

Tegumentul secretă o *cuticulă chitinoasă*, insolubilă în apă și rezistentă la agenții chimici, care are proprietatea de a se impregna cu săruri de calciu (carbonat și fosfat), formând un *exoschelet* protector. Când se impregnează cu săruri de calciu și de magneziu, cuticula devine rigidă, constituind *crusta* (ca la crustacee). Cuticula este rigidă pe segmente și flexibilă pe membranele articulare. Invaginațiile cuticulare, numite *apodeme*, servesc pentru fixarea diferiților mușchi (Fig. 177).

Segmentele de corp, acoperite de cuticula mineralizată, se numesc *sclerite*; ele prezintă un scut dorsal numit *tergit*, unul ventral numit *sternit* şi două *pleure* pe părţile laterale. Segmentele corpului sunt, în general, fuzionate în unităţi funcţionale numite *tagme: cap*, *torace* şi *abdomen* (la Insecta); prin fuziuni ale acestor tagme, corpul se poate împărţi în *cefalotorace* şi *abdomen* (la numeroase Chelicerata, Crustacea) sau poate avea un *aspect unitar* (la Acarina).

Apendicele, cu forme şi mod de organizare foarte diferite, sunt situate ventral, câte o pereche pe fiecare segment. Iniţial, apendicele artropodelor primitive erau asemănătoare între ele dar, ulterior, ele s-au diferenţiat funcţional o dată cu individualizarea regiunilor corpului. Ele au funcţii variate: în locomoţie, organe senzoriale, piese bucale, piese ale aparatului genital extern. În cursul evoluţiei unele perechi de apendice dispar complet, cum sunt cele de la nivelul majorităţii segmentelor abdominale.

Artropodele sunt singurele nevertebrate care s-au adaptat la toate mediile majore de viaţă: acvatic, terestru şi aerian, fiind răspândite pe toată suprafaţa pământului (libere sau parazite).

Respiraţia se face la formele primitive, acvatice, prin branhii iar la cele terestre prin trahei sau plămâni.

Dezvoltarea postembrionară are loc cu năpârliri, datorită cuticulei rigide şi, în general, cu o succesiune de stadii larvare.

Artropodele sunt cunoscute din Precambrian, provenind din celomate de tip anelidian. Începând cu Cambrianul, ele cunosc o extraordinară dezvoltare, atât în ceea ce priveşte numărul şi diversitatea speciilor, cât şi în privinţa răspândirii geografice şi adaptarea la diferite medii. Arthropoda este cea mai mare încrengătură din lumea vie, cuprinzând peste un milion de specii descrise.

Clasificare. Artropodele se separă în trei mari grupări care au primit rangul de subîncrengătură: Trilobitomorpha, Chelicerata şi Mandibulata.

Subîncrengătura TRILOBITOMORPHA

Include trilobiţii – artropode primitive descrise după o terminologie precisă – şi unele forme arhaice din Proterozoicul superior şi Paleozoicul inferior cu morfologie variată, fiind asemănătoare trilobiţilor, crustaceelor sau cheliceratelor.

Trilobitomorfele care nu sunt încadrate printre trilobiţi sunt mult mai puţin numeroase decât trilobiţii şi, ca urmare, mult mai puţin cunoscute. Ele sunt separate formal, deocamdată, în patru clase: Merostomoidea, Pseudonostraca, Marrelomorpha şi Arthropleurida.

Clasa MEROSTOMOIDEA

Merostomoidele sunt trilobitomorfe cu aspect de merostomat, cunoscute din intervalul Cambrian mediu – Devonian inferior. Ele se caracterizează prin prezența unui scut dorsal trilobat latero-lateral, mai mult sau mai puțin segmentat, care acoperă corpul total sau parțial. Pigidiul este, în general, stiliform. Apendicele sunt biramate.

Naraoia (Fig. 178-A) (Cambrian mediu, şisturile de Burgess, America de Nord). Are o lungime de 3 cm şi o lățime de circa 1,5 cm. Scutul dorsal trilobat este puternic dezvoltat şi nu pare a fi segmentat. Corpul este aparent divizat într-o regiune anterioară (cefalică sau prosoma ?), o regiune postcefalică (abdomen sau opistosoma?) şi un pigidiu scurt, îngust, neacoperit de scut şi format din câteva segmente. În regiunea cefalică se observă o pereche de antene scurte, multisegmentate, şi patru perechi de apendice; dorsal se disting doi ochi situați de o parte şi de alta a liniei mediane.

Prin prezența scutului trilobat, a antenelor şi a apendicelor biramate, *Naroia* se apropie de trilobiți; pigidiul stiliform aminteşte de chelicerate.

Leanchoilia (Fig. 178-B) (Cambrian mediu, şisturile de Burgess, America de Nord). Corpul măsoară 7 – 8 cm lungime. Dorsal se observă un scut cefalic nesegmentat, o regiune postcefalică segmentată (10 segmente), de trei ori mai lungă, şi un telson scurt, lanceolat, prevăzut cu spini laterali. Scutul cefalic se prelungeşte anterior cu un mic rostru, ca la unele crustacee; ventral, regiunea cefalică poartă o pereche de apendice biramate foarte dezvoltate, multiarticulate şi, se pare, o pereche de antene scurte. Apendicele sunt biramate, asemănătoare cu cele de la trilobiți.

Sidneyia (Fig. 178-C) (Cambrian mediu, şisturile de Burgess, America de Nord). Are o lungime de 12 cm şi aspect euripterid. Apendicele sunt puțin cunoscute. Regiunea cefalică este scurtă şi lată, cu ochii situați marginal; ea prezintă o pereche de antene lungi, multiarticulate, urmată de apendice mari, prehensile. Restul corpului, format din 11 sau 12 segmente, se îngustează progresiv spre partea terminală ca la euripteride. Extremitatea posterioară, lățită, a fost interpretată fie ca un telson lățit, fie o înotătoare codală formată pe seama ultimei perechi de apendice. *Sidneyia* se apropie evident de euripteride prin forma corpului şi apendicele prehensile şi de trilobiți prin apendicele branhiale şi prezența antenelor.

Emeraldella (Fig. 178-D) (Cambrian mediu, şisturile de Burgess, America de Nord). Are circa 4 cm lungime şi aspect evident de merostomat. Regiunea cefalică, nesegmentată, are contur semicircular anterior; la nivelul ei se observă o pereche de antene lungi, multiarticulate, un labru, şi mai multe perechi de apendice postorale (trei – patru perechi). Regiunea cefalică se

continuă cu o regiune ce aminteşte de mesosoma merostomatelor, formată din 10 segmente trilobate, şi o regiune pigidială, lipsită de apendice, cu trei segmente înguste, din care ultimul este mult alungit. Apendicele regiunii mijlocii sunt biramate, ca cele de la trilobiţi. După morfologia scutului dorsal, *Emeraldella* se apropie de xiphosurele Aglaspida, dar prezenţa antenelor şi aspectul apendicelor biramate indică o apropiere de trilobiţi.

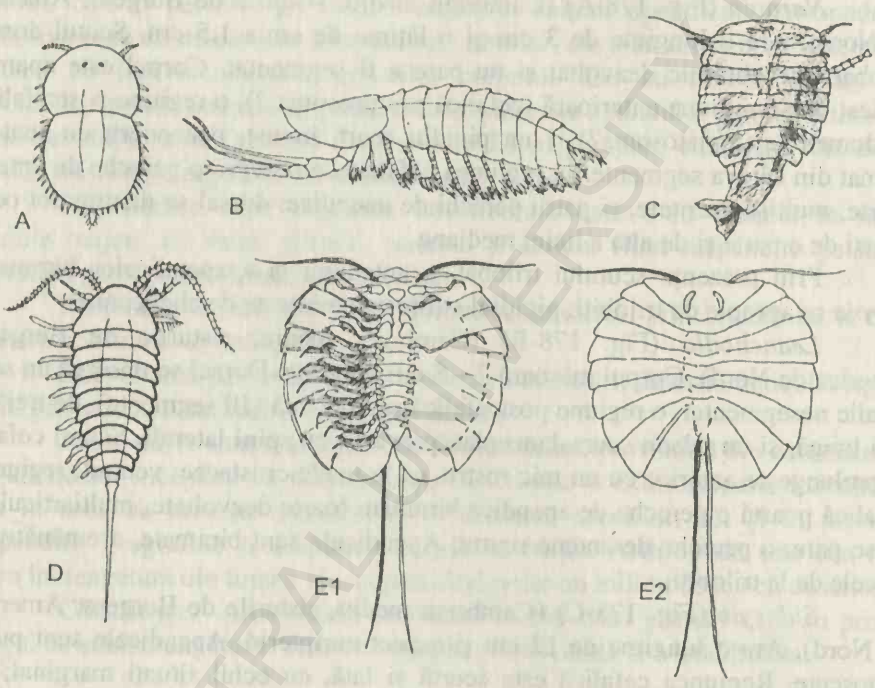


Fig. 178. Merostomoidea. A - *Naroia compacta*, Cambrian mediu, reconstituirea feţei dorsale; B – *Leanchoilia superlata* reconstituirea feţei laterale; C – *Sidneyia inexpectans*, Cambrian mediu, (schiţă după impresiune); D – *Emeraldella brocki*, Cambrian mediu, reconstituirea feţei dorsale; E – *Cheloniellon calmani*, Devonian inferior, reconstituire a feţei ventrale (E1) şi a feţei dorsale (E2) (simplificat după J. Piveteau, 1953).

Cheloniellon (Fig. 178-E) (Devonian inferior, Hunsrück). Corpul este lat, cu contur aproape circular, terminat cu o furcă codală ce aminteşte de crustaceul actual *Triops*. Lungimea corpului, inclusiv furca, este de 7 cm. Scutul dorsal este segmentat în 10 segmente cu aspect trilobat, fără a se deosebi o regiune cefalică dezvoltată. Segmentul anterior prezintă în regiunea sa mediană o pereche de ochi iar lateral se observă o pereche de antene lungi,

multiarticulate. Primele patru perechi de apendice postorale par a avea un rol masticator (au coxele lamelare) şi se crede că segmentele lor aparţin regiunii cefalice. Restul apendicelor sunt ca la trilobiţi. Semnificaţia furcii nu este lămurită. Nu se ştie exact dacă este multiarticulată sau reprezintă doar o pereche de expansiuni ale ultimului segment.

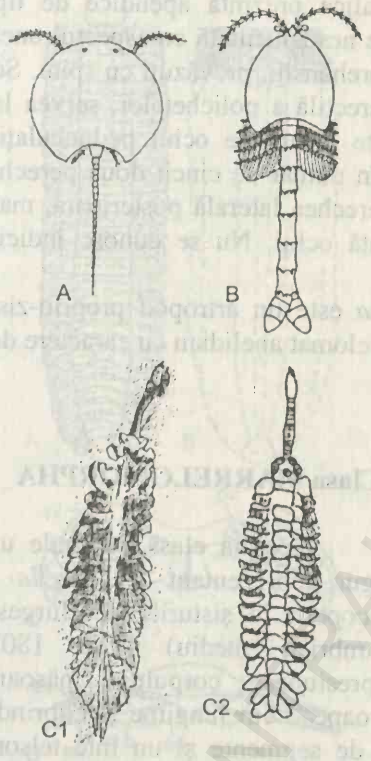


Fig. 179. Pseudonostraca (Cambrian mediu). A – *Burgessia bella* (dorsal), reconstituire; B – *Waptia fieldensis* (dorsal), reconstituire; C – *Opabinia regalis*: C1 – desen după impresiunea feţei dorsale; C2 – reconstituire (dorsal) (A, B, C1 după Walcott, din J. Piveteau, 1953; C2 după R. S. K. Barnes şi colab., 1989).

Clasa PSEUDONOSTRACA

În această clasă au fost incluse câteva din specimenele descoperite în şisturile de Burgess (Cambrian mediu) din Columbia Britanică (Canada). Morfologia corpului se apropie cel mai mult de cea a crustaceelor, trilobaţia este mai mult sau mai puţin evidentă dar apendicele sunt de tipul celor de la trilobiţi.

Burgessia (Fig. 179-A). Este un artropod mic, de 1 cm lungime. Dorsal se observă un scut circular, nesegmentat, asemănător scutului crustaceului actual *Triops,* care se continuă cu o porţiune lungă, îngustă şi formată din numeroase segmente. Anterior şi dorsal se găsesc doi ochi iar antero-lateral pornesc două perechi de antene lungi şi multiarticulate. La unele exemplare s-a putut observa sub scutul dorsal, foarte subţire, cum tubul digestiv emite diverticule ramificate. Această caracteristică a tubului digestiv este cunoscută la xiphosure şi arachnide, dintre formele actuale, precum şi la trilobiţi şi trilobitomorful *Naraoia*, dintre cele fosile.

Waptia (Fig. 179-B). Are un aspect de crustaceu şi lungimea de 5 cm. Scutul dorsal, nesegmentat, este restrâns doar pe un sfert din lungimea animalului. În urma carapacei se văd segmentele care poartă apendice branhiale de tip trilobitoid (cinci perechi de apendice vizibile), după care se disting clar şase segmente înguste şi

lipsite de apendice. Telsonul se termină cu două palete lățite, formând o înotătoare codală. Prezintă doi ochi pedunculați între care se află o mică placă rostrală. Antenele sunt lungi și multiarticulate. Prin toate aceste caractere, mai puțin constituția trilobitoidă a apendicelor, *Waptia* se alătură grupului crustaceelor.

Incertae sedis Opabinia (Fig. 179-C). Este un animal enigmatic, cu corp alungit, trilobat, de 8 cm lungime. Corpul, format din 16 segmente, se termină cu un telson aplatizat. Toate segmentele postcefalice prezintă apendice de tip trilobitoid. Regiunea cefalică poartă o prelungire nesegmentată cu aspectul unei trompe, care se termină prin doi lobi, probabil prehensili, prevăzuți cu spini. Se crede că acest organ, ce amintește de trompa erectilă a polichetelor, servea la capturarea prăzii. O altă trăsătură curioasă este legată de ochii pedunculați, situați deasupra regiunii cefalice, care par a fi în număr de cinci: două perechi laterale plus un ochi postero-median. Totuși, perechea laterală posterioară, mai dezvoltată, ar părea că reprezintă cu siguranță ochii. Nu se cunosc indicii despre prezența antenelor.

Încă nu există certitudinea că *Opabinia* este un artropod propriu-zis, fiind posibilitatea ca acest gen să reprezinte un celomat anelidian cu caractere de trecere spre artropode.

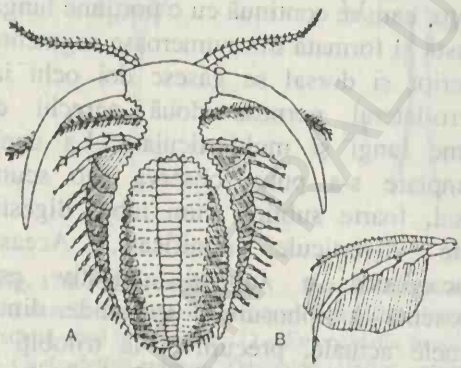


Fig. 180. ***Marella splendens***, Cambrian mediu (după Walcott, Hutchinson și Störmer, în J. Piveteau, 1953); A – reconstituirea feței dorsale; B – apendice din partea posterioară a corpului.

Clasa MARRELOMORPHA

Această clasă cuprinde un singur reprezentant – *Marella* - descoperit în șisturile de Burgess (Cambrian mediu) (Fig. 180). Impresiunea corpului măsoară aproape 2 cm lungime și cuprinde 24 de segmente și un mic telson. Scutul cefalic se prelungește lateral și posterior, prin patru prelungiri: două posterioare, arcuite spre linia mediană, și două laterale, arcuite înapoi, asemenea unor coarne. Aceste „coarne" sunt unite la scutul cefalic printr-o sutură. Marginea scutului dorsal înapoia suturilor celor două „coarne" este fin dințată. În regiunea cefalică prezintă două perechi de apendice flexibile, din care prima pereche

reprezintă antenele. Acestea sunt lungi şi multiarticulate. Restul apendicelor sunt de tip trilobitoid. Ochii nu se evidenţiază.

Cu excepţia apendicelor biramate, *Marella* prezintă caractere proprii, indicând o linie de evoluţie apropiată trilobiţilor.

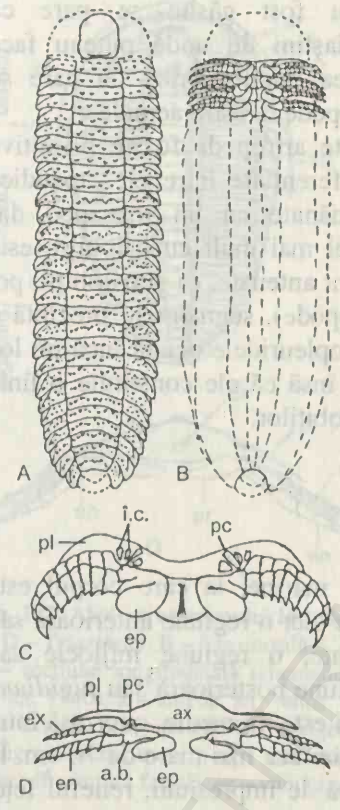


Fig. 181. ***Arthropleura armata***, Carbonifer superior (reconstituire). A – faţa dorsală; B – faţa ventrală; C – schema unui segment văzut pe faţa ventrală; D – secţiune schematică printr-un segment (după G. Waterlot, din J. Piveteau, 1953); a. b. – articul bazal; ax – axis (rachis); en – endopodit; ep – epipodit; ex – exopodit; î. c. – îngroşări chitinoase ale sternitului; pc – precoxa; pl – pleură.

Clasa ARTHROPLEURIDA

Cuprinde artropode arhaice de talie mare (până la 1,8 m lungime) cu corpul multisegmentat (circa 30 segmente articulate şi imbricate) în genul miriapodelor dar care prezintă o evidentă trilobaţie trilobitoidă şi apendice biramate. Regiunea cefalică este mai puţin cunoscută dar, se pare, prezenta o glabelă şi o pereche de antene. Pigidiul nu se cunoaşte. Segmentele postcefalice sunt foarte asemănătoare între ele şi acoperite de o carapace groasă, ornată cu spini pe partea dorsală şi netedă în general pe cea ventrală. Erau animale lacustre sau terestre de locuri umede. Sunt cunoscute din intervalul Devonian inferior – Carbonifer superior din Europa, Kazahstan şi America de Nord.

Arthropleura (Fig. 181). Este principalul gen cunoscut (Carbonifer superior, Franţa). Regiunea cefalică este redusă, de formă aproximativ circulară, amintind de glabela trilobiţilor. Segmentele corpului sunt homonome şi împărţite, prin două şanţuri longitudinale, în trei regiuni: o porţiune centrală, axială, şi două pleure.

Pigidiul nu se cunoaşte dar era cu siguranţă de talie mică. Toate segmentele poartă dorsal spini sau tuberculi bine dezvoltaţi. Apendicele biramate sunt formate dintr-un *endopodit*, un *exopodit*, ambele formate din circa opt articule şi terminate cu o gheară; pe articulul bazal, foarte gros, (*sympodit*) se află o expansiune lamelară

(considerată fie *epipodit* fie *endit*) care avea probabil funcție respiratorie (Fig. 181-C-D).

Se cunosc exemplare de la mai multe specii. Un exemplar adult de *A. armata* are lungimea de 80 cm și lățimea de 22 cm iar *A. pruvosti* putea atinge 1,5 m lungime.

Artropleuridele se puteau deplasa numai în plan orizontal. După structura sedimentelor carbonifere în care au fost găsite se pare că artropleuridele trăiau în bazine lacustre sau mlaștini de unde puteau face incursiuni terestre în pădurile umede în căutarea micilor prăzi cu care se hrăneau. Acest mod de viață amintește de unele izopode terestre actuale.

Filogenie. Artropleuridele sunt considerate artropode foarte primitive prin faptul că au segmente homonome, puțin diferențiate între ele, apendice biramate, aspect trilobitiform. Ele pot fi asemănate cu un miriapod dar miriapodele sunt uniramate. Deși se aseamănă cel mai mult cu trilobiții, este posibil să fie foarte apropiate de crustacee care sunt antenate, ca și trilobiții, pot avea expansiuni pleuriforme (epimerele de la izopode), segmentele prezintă o trilobație (la izopode), au apendice biramate. Artropleuridele ocupă încă un loc incert printre artropodele primitive. Se consideră însă că ele constituie o linie evolutivă desprinsă după individualizarea liniei trilobiților.

Clasa TRILOBITA

Cuprinde artropode exclusiv paleozoice, marine, la care corpul este alcătuit longitudinal din trei regiuni articulate între ele: o regiune anterioară sau *cefalon (regiune cefalică)*, cu segmentele sudate, o regiune mijlocie sau *regiunea toracică*, cu segmentele mobile, și o regiune posterioară sau *pigidium*, cu segmentele sudate (Fig. 182). Mărimea corpului este, în medie, cuprinsă între 2 și 10 cm, lungimea cea mai mică fiind de 2 mm iar cea mai mare de 70 cm. În marea majoritate a cazurilor s-a păstrat, sub formă de impresiuni, relieful feței dorsale și foarte rar detalii ale feței ventrale a corpului trilobiților.

Cefalonul (Fig. 183), situat anterior, are formă semicirculară și este format dintr-o porțiune mijlocie convexă numită *glabelă* și din *regiunile genale (obrajii)*, de formă triunghiulară și situate lateral. Anterior cefalonul este înconjurat de o porțiune îngroșată numită *limb*.

Glabela are forme diferite (conică, globuloasă, cilindrică etc.) (Fig. 183-E-F) și poate ocupa o parte redusă din lungimea cefalonului sau se dezvoltă până la extremitatea anterioară a acestuia. Glabela este delimitată anterior, prin *șanțul preglabelar*, de aria preglabelară, lateral, prin *șanțurile axiale*, de regiunile genale iar posterior, prin *șanțul occipital*, de inelul occipital (acest inel reprezintă

ultimul segment al cefalonului, care rămâne nesudat). La genurile primitive, glabela are un aspect segmentat iar la cele evoluate se observă şanţuri numai pe părţile laterale. Aceste şanţuri, în număr de patru, în mod excepţional cinci, corespund segmentelor care s-au sudat, formând această regiune.

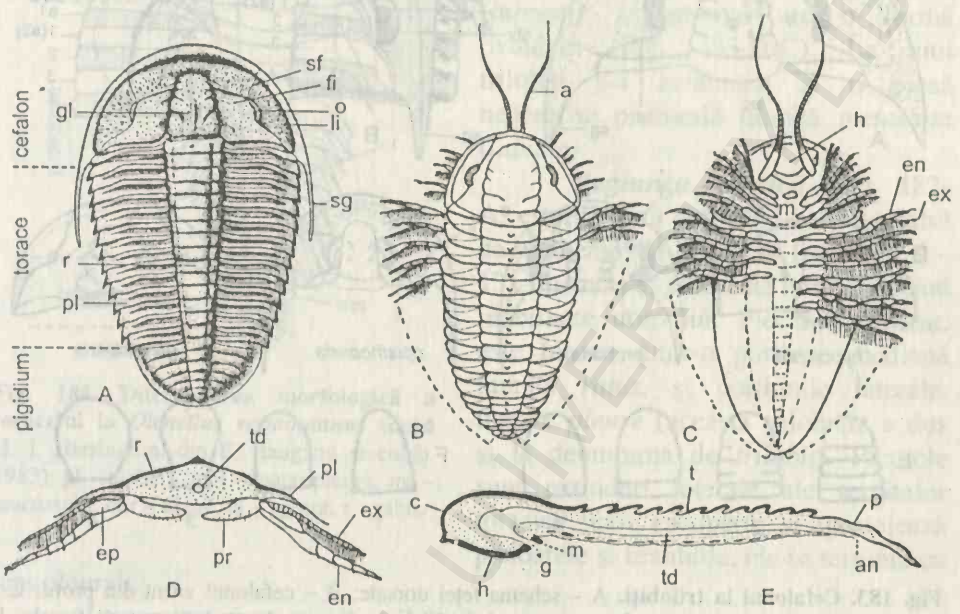


Fig. 182. Alcătuirea corpului la trilobiţi. A - Morfologia feţei dorsale la *Ptychoparia striata*; B, C, D – *Triarthrus*: B – faţa dorsală; C – faţa ventrală; D – secţiune transversală la nivelul toracelui; E – secţiune longitudinală schematică printr-un trilobit (A după V. Radu, 1967; B-E după L. Moret, 1940); a – antene; an – anus; c – cefalon; en – ram intern (telopodit); ep – epipodit; ex – ram extern (preepipodit); fi – fixigene (obraz fix); g – gura; gl – glabela; h – hipostom; li – librigene (obraz mobil); m – metastom; o – ochi; p – pigidium; pl – pleură; pr – protopodit; r – rahis; sf – sutura facială; sg – spin genal; t – torace; td – tub digestiv.

Obrajii sunt tăiaţi de un şanţ dorsal numit *sutura facială* (Fig. 183-A), care îi desparte în două părţi: obrazul fix (*fixigene*), lângă glabelă, şi obrazul mobil (*librigene*), extern. Pe obraji (librigene), se află ochii compuşi; la genurile pelagice, ochii sunt foarte mari (*Phacops*), la cele de adâncime, cavicole, fie lipsesc, fie sunt situaţi pe un peduncul. La unele genuri, obrajii sunt prelungiţi lateral şi posterior prin câte un *ţep (spin) genal*.

În funcţie de traiectul suturii faciale, spinii genali sunt purtaţi de fixigene, la *proparia,* sau de librigene, la *opisthoparia*; uneori, sutura facială împarte ţepii genali în două, la *gonatoparia.*

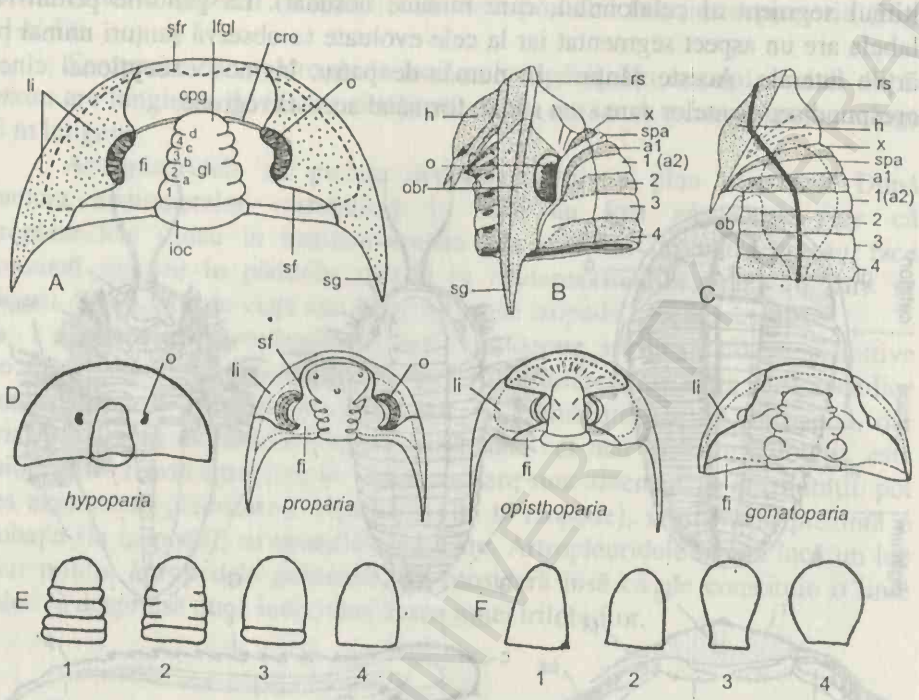


Fig. 183. Cefalonul la trilobiţi. A – schema feţei dorsale; B – cefalonul văzut din profil; C – secţiune sagitală prin cefalon; D – tipurile de cefalon în funcţie de evoluţia suturii faciale; la formele primitive *hypoparia* sutura facială lipseşte; E – tipuri de glabelă în funcţie de evoluţia şanţurilor glabelare (1 – forma primitivă; 2-4 forme evoluate); F – diferite forme de glabelă (1 – forma primitivă; 2-4 – forme evoluate) (A bazat pe A. H. Müller, 1981; B, C din V. Radu, 1967; D după H. J. Harington din E. Hanganu şi colab., 1983; E, F după l. Moret, 1940); a, b, c , d , - şanţuri glabelare; a1 – segment antenular; 1(a2) – segment antenar; fi – fixigene (obraz fix); cpg – câmp preglabelar; cro – creastă oculară; gl – glabela; h – hipostom; ioc – inel occipital; li – librigene (obraz mobil); o – ochi; ob – orificiu bucal; obr – obraz; sf – sutura facială; sg – spin genal; spa – segment preantenar; x – segmentul – x; 1 - 4 (Fig. A) – lobi glabelari; 1 – 4 (Fig. B şi Fig. C) - segmente postorale ale cefalonului.

Când sutura facială a migrat spre exterior, ajungând în marginea cefalonului, spinii genali sunt purtaţi de fixigene, librigenele fiind practic eliminate; această structură se numeşte *protoparia* (= *hypoparia*) (Fig. 183-D). La unele genuri, spinii genali sunt scurţi, la altele depăşesc jumătate sau mai mult din lungimea corpului. Sutura facială, ca şi alte şanţuri ale cefalonului, reprezintă un caracter esenţial în sistematica trilobiţilor.

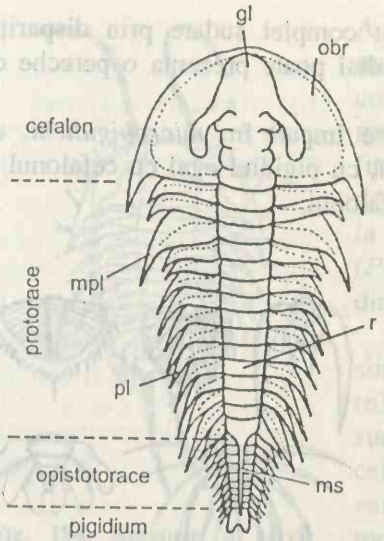


Fig. 184. Diferențierea morfologică a toracelui la *Olenellus vermontanus* (după H. J. Harrington, din E, Hanganu și colab. 1983); gl – glabela; mpl – macropleură; ms – macrospin; obr – obraz; pl – pleură; r – rahis.

Pe partea ventrală a cefalonului, primul sternit prezintă o așa numită *placă rostrală,* situată median, de care se articulează o piesă care acoperă gura numită *hipostom* (*labrum*); hipostomul are o formă ovoidală (Fig. 183-B-C). La unii trilobiți s-a evidențiat și o piesă nepereche postorală numită *metastom* (*labium*).

Regiunea toracică (Fig. 182-A) este formată dintr-un.număr variabil de segmente, de la 2 la 44 (în medie 9 – 13), distincte și articulate între ele, dând mobilitate corpului. Fiecare segment, este format dintr-o porțiune mediană numită *rahis,* și porțiunile laterale, numite *pleure* (această trilobație a dus și la denumirea de *trilobit*). Pleurele sunt extinderi laterale ale tergitelor toracice care acoperă și protejează picioarele și branhiile; ele se termină cu țepi pleurali.

La cea mai mare parte a trilobiților, segmentele toracice sunt, în genaral, asemănătoare între ele; unele genuri, însă (*Olenellus*) au toracele diferențiat într-un *protorace*, anterior, și un *opistotorace*, posterior (Fig. 184). Pe suprafața inelelor axiale ale tergitelor toracice, se pot dezvolta spini, tuberculi sau granule. Unele specii poartă pe ultimul mezotergit al protoracelui un spin foarte lung (macrospin), care poate să ajungă până la marginea pigidiului.

La unele genuri (mai ales postordoviciene), articulațiile segmentelor toracice erau atât de mobile, încât permiteau animalului să se strângă ghem pentru a se apăra.

Regiunea pigidială (Fig. 185) este constituită din segmente (1 – 30) fuzionate complet sau incomplet, și diferențiată în rahis pigidial și pleure pigidiale. Unele pigidii prezintă pe părțile laterale și cea posterioară, o margine convexă sau concavă, terminată uneori cu spini marginali. Tergitele segmentelor pigidiale au fuzionat dorsal într-o placă rigidă. La unele genuri, numărul pleurelor este mai mare decât numărul inelelor axiale; la altele, ca în cazul genurilor cu pigidiul de talie mare, numărul tergitelor este mai mare decât al pleurelor. Pleurele sunt separate prin șanțuri interpleurale, mai mult sau mai

puțin adânci. La unii trilobiți, pleurele sunt complet sudate prin dispariția șanțurilor interpleurale. Ultimul segment pigidial poate prezenta o pereche de cerci anteniformi.

După mărimea pigidiului, trilobiții se împart în: *micropigidieni*, cu pigidiul mai mic decât cefalonul; *izopigidieni*, cu pigidiul egal cu cefalonul și *macropigidieni*, cu pigidiul mai mare decât cefalonul.

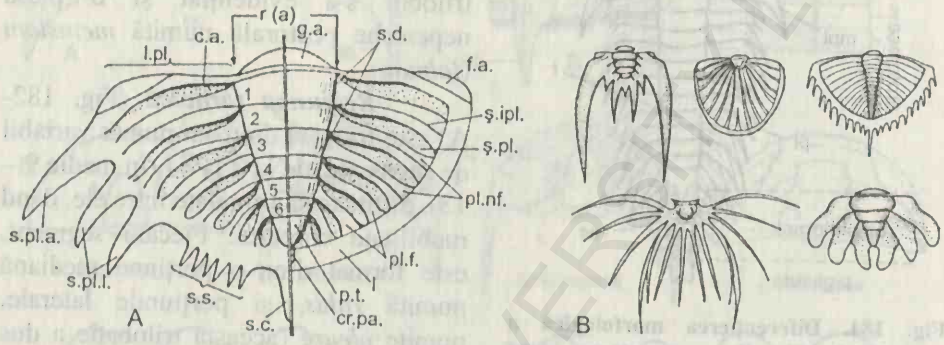


Fig. 185. Morfologia pigidiumului la trilobiți (A după P. Hupé din J. Piveteau, 1953; B după Krumbiegel și Walther, 1984). A – alcătuire generală; B – diferite tipuri morfologice de pigidiu. c. a. – coastă articulară; cr. pa. – creastă postaxială, f. a. – fațetă articulară; g. a. – genunchi articular; l – limb sau bordură; l. pl. – lob pleural; p. t. – piesă terminală; pl. f. – pleure fuzionate; pl. nf. – pleure nefuzionate; r (a) – rahis (axis); s. c. – spin caudal; s. pl. a. – spin pleural anterior; s. pl. l. – spini pleurali laterali; s. s. – spini secundari; ş. d. – șanț dorsal; ş. ipl. – șanț interpleural; ş. pl, - șanț pleural; 1-6 – inele axiale.

Apendicele, dezvoltate pe partea ventrală a corpului, sunt reprezentate printr-o pereche de *antene uniramate*, inserate ventral și lateral față de hipostom, urmate de *apendice biramate* (Fig. 182-B, C, D) – câte o pereche pe fiecare segment. Antenele ar fi omoloage cu prima pereche de antene de la crustacee și cu antenele de la miriapode și insecte; ele sunt formate din 15 – 50 articule care descresc în mărime de la baza antenei spre vârf. Cefalonul poartă o pereche de antene și patru perechi de apendice cefalice postorale; restul apendicelor sunt localizate pe torace și pigidium. Apendice uniramate sunt și *cercii anteniformi*, cunoscuți la pigidiul speciei *Olenoides serratus* (Fig. 186).

Un apendice biramat este format dintr-un ram intern – *telopodit* – și un ram extern purtător de branhii – *preepipodit* (Fig. 187). Preepipoditul este situat între prelungirea laterală a lobului pleural și telopodit și este format din numeroase segmente care purtau, toate sau cel puțin segmentul terminal, filamente sau franjuri îndreptate posterior. Filamentele unui apendice se suprapuneau cu cele de pe segmentul următor.

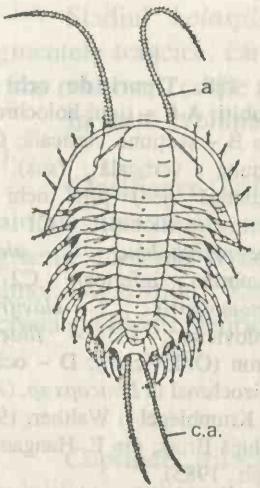


Fig. 186. Antenele şi cercii anteniformi la *Olenoides serratus* (după E. Hanganu şi colab., 1983); a – antene; c.a. – cerci anteniformi.

Aceste filamente au fost numite *branhii* dar, la numărul mic de specii la care acestea au fost conservate, branhiile au forme diferite: spini groşi, dinţi de greblă, barbe de pană, sugerând funcţii diferite: săpat, filtrat sau înot. Apendicele de pe cefalon prezintă diferite grade de reducere la diferite grupe de trilobiţi; la unele genuri (*Phacops*), unele perechi de coxe poartă procese dinţate opuse care ar fi putut funcţiona ca fălci.

Organele de simţ. Dintre organele de simţ care au avut o mare importanţă pentru trilobiţi şi care au putut fi studiate în stare fosilă sunt *ochii*. Ochii se găsesc pe faţa dorsală a cefalonului, lateral de glabelă. Ei au mărimi variate, de la foarte mici la foarte mari. După modul de organizare a suprafeţei oculare se deosebesc două tipuri de ochi: holochroal şi schizochroal.

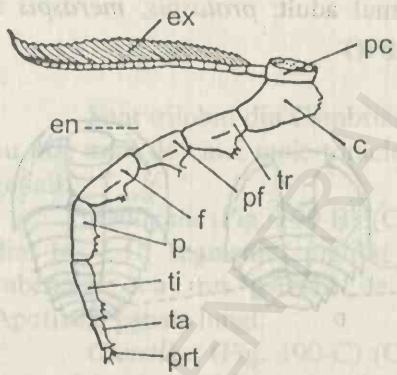


Fig. 187. Apendicele biramat de la trilobiţi (după H. J. Harrington, din E. Hanganu şi colab., 1983); c – coxa (coxopodit); en – ramul intern sau ventral (endopodit); ex – ramul extern sau dorsal, branhial (exopodit); f – femur; p – patella; pc – precoxa; pf – prefemur; prt – pretars; ta – tars; ti – tibie; tr – trochanter.

Ochiul holochroal (compus) (Fig. 188-A-C) este alcătuit din numeroase lentile prismatice (100 - 15000), plan-convexe sau biconvexe strâns unite şi aplatizate tangenţial, acoperite de o membrană transparentă (*cornee*). Lentilele au secţiunea transversală de formă hexagonală, pătratică sau romboidală.

Ochiul schizochroal (agregat) (Fig. 188-D) este alcătuit din lentile biconvexe mai mari şi mai puţin numeroase decât la ochiul holochroal (2 - 400), cu secţiunea transversală hexagonală sau circulară. Lentilele sunt distanţate, spaţiul dintre ele fiind ocupat de pereţi groşi şi acoperite cu o cornee subţire, transparentă. Interesant este faptul că la aceeaşi specie numărul lentilelor variază foarte mult (15 - 300).

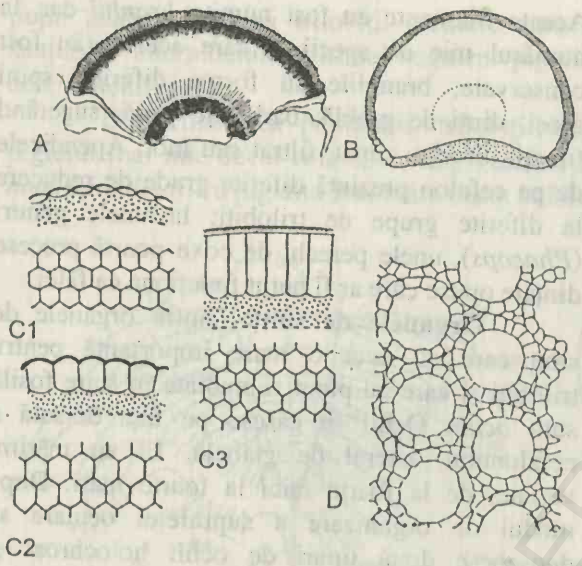


Fig. 188. Tipuri de ochi la trilobiți. A-C – tipul holochroal: A și B – secțiune verticală; C – secțiune verticală (sus) și orizontală (jos) prin ochi la diferiți trilobiți: C1 – *Sphaerophthalmus alatus* (Cambrian inferior); C2 – *Cyrtometopsis clavifrons* (Ordovician); C3 – *Illaenus* chiron (Ordovician); D – ochiul schizochroal la *Phacops sp.* (A-C din Krumbiegel și Walther, 1984; D după Brink, din E. Hanganu și colab., 1983).

Dezvoltarea ontogenetică. În urma cercetărilor efectuate la peste 30 de genuri de trilobiți, s-a constatat că din ou iese o larvă planctonică care trecea prin trei stadii larvare până la formarea organismul adult: *protaspis, meraspis* și *holaspis* (Fig. 189).

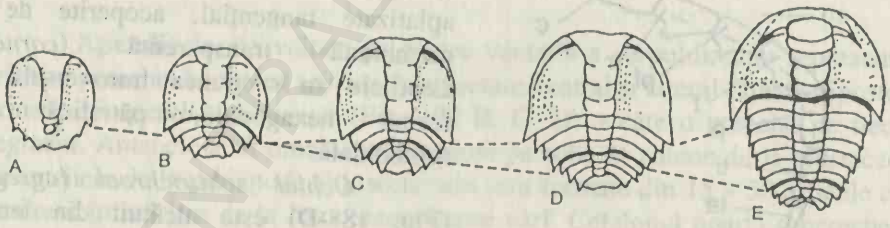


Fig. 189. Dezvoltarea ontogenetică la *Sao hirsuta* (după L. Moret, 1940). A – stadiul protaspis; B-D stadii intermediare; E – stadiu cu șapte segmente toracice.

Stadiul *protaspis* durează de la eclozarea primei larve planctonice și până la apariția unei articulații care împarte carapacea dorsală unică în două scuturi: cefalonul și pigidiul tranzitoriu; avea 0,5 - 1 mm lungime.

Stadiul *meraspis* (sau *nepionic*) începe cu apariția articulației cefalo-pigidiene și ține cât timp se formează toate segmentele pigidiale și toracice. Aceste larve aveau mărimea de 6 – 12 mm.

Stadiul *holaspis* (sau *neanic*) apare atunci când au apărut toate segmentele toracice, caracteristice speciei. Acum trilobitul este mic, năpârlește de mai multe ori, crește și devine adult (stadiul *efebic*).

În toată evoluția postembrionară se succedau numeroase năpârliri (peste 30).

Clasificare. Trilobiții reprezintă o grupare omogenă din punct de vedere anatomic dar variată morfologic. După conformația cefalonului, numărul de segmente toracice și dezvoltarea pigidiumului, trilobiții se clasifică în șapte ordine: Agnostida, Redlichiida, Corynexochida, Ptychopariida, Phacopida, Lichida și Odontopleurida.

Ordinul Agnostida

Cuprinde trilobiți cambrieni de talie mică (5 –15 mm lungime), izopigidieni, cunoscuți în intervalul Cambrian inferior – Ordovician superior. Toracele este format numai din două - trei segmente.

Agnosthus (Fig: 190-A) (Cambrian superior, Europa, China). Este un trilobit protopar, de câțiva milimetri și lipsit de ochi. Cefalonul prezintă în fața glabelei un șanț median. Glabela este divizată printr-un singur șanț iar pigidiul poartă doi țepi.

Ordinul Redlichiida

Sunt trilobiți din Cambrianul inferior și mediu, de talie mare, opistopari, cu mai mult de cinci inele toracice. Cefalonul este semicircular, lat și cu spini genali.

Redlichia (Fig. 190-B) (Cambrian inferior, China). Are toracele format din 14 - 15 segmente, pigidiu mic (unu – două segmente). Glabela este subconică, cu trei perechi de șanțuri transglabelare. Fixigenele înguste. Apofizele genale lungi.

Olenellus (Fig. 190-C) (Cambrian inferior, Europa, America de Nord). Are cefalon mare și lat, cu spini genali. Glabela cilindrică, cu trei incizii laterale. Al treilea segment al toracelui are spinii pleurali mai dezvoltați. Ultimul segment toracic se termină cu un spin puternic care acoperă pigidiul rudimentar.

Ellipsocephalus (Fig. 190-D) (Cambrian inferior - mediu, Europa, Australia). Are talie mică, contur oval. Glabela este cilindrică, ușor lățită anterior și netedă, fără șanțuri. Limbul îngust. Ochii mici. Toracele cu 12 - 14 segmente. Pigidiul mic.

Paradoxides (Fig. 190-E) (Cambrian mediu, Europa). Este de talie medie și mare (până la 50 cm) și de tip opistoparia. Glabela este dezvoltată,

ovală, cu patru şanţuri glabelare; ţepii genali sunt foarte lungi. Toracele cuprinde 16 - 21 segmente; pigidiul, mic, cu marginea întreagă sau spinoasă.

Ordinul Corynexochida

Cuprinde trilobiţi opistopari cu glabela alungită, marcată de patru şanţuri transversale. Toracele este format din 5 – 11 segmente. Pigidiul este de talie medie până la mare, foarte frecvent spinos. Acest grup prezintă numeroase afinităţi cu Redlichiida.

Bathyuriscus (Acadian, America de Nord), de circa 6 cm lungime, prezintă câte un spin pe linia mediană a fiecărui segment toracic şi a primelor segmente pigidiale.

Olenoides (Fig. 186) (Cambrian superior). Se caracterizează prin cercii anteniformi foarte dezvoltaţi.

Ordinul Ptychopariida

Este grupul cel mai numeros şi mai variat de trilobiţi, cunoscuţi din intervalul Cambrian inferior – Permian mediu. Majoritatea sunt de tip opistoparia, mai puţini de tip proparia sau protoparia. Toracele este format din 12 - 24 segmente. Pigidiul relativ mic.

Olenus (Fig. 190-F) (Cambrian superior, Emisfera Nordică). Are cefalonul scurt şi lăţit, opistopar, terminat cu ţepi genali şi cu trei şanţuri pe glabelă. Ochii sunt foarte mici. Toracele este format din 13 – 15 segmente care poartă ţepi pleurali ascuţiţi. Pigidiul mic.

Sao (Fig. 190-G) (Cambrian inferior - mediu, Europa). Are cefalonul semicircular, opistopar, cu ţepi genali scurţi şi glabelă subconică. Toracele este alcătuit din 17 segmente şi prevăzut cu spin median. Pigidiul este mic, din două segmente. Toată carapacea este ornamentată cu tuberculi. La acest gen s-a putut urmări dezvoltarea larvară (Fig. 189).

Illaenus (Fig. 190-H) (Ordovician). Este de talie medie sau mare, izopigidian, cu trilobaţia ştearsă. Glabela prezintă patru perechi de şanţuri glabelare. Toracele cuprinde 10 segmente. Avea o largă răspândire.

Scutellum (= *Bronteus,* Silurian-Devonian superior) (Fig. 190-I). Este un gen opistopar, macropterigian. Glabela este lăţită anterior şi îngustă în dreptul ochilor. Toracele format din 10 segmente. Pigidiul este mare, nesegmentat, şi prezintă dorsal 14 dungi dispuse în evantai. În Silurian a avut o mare răspândire.

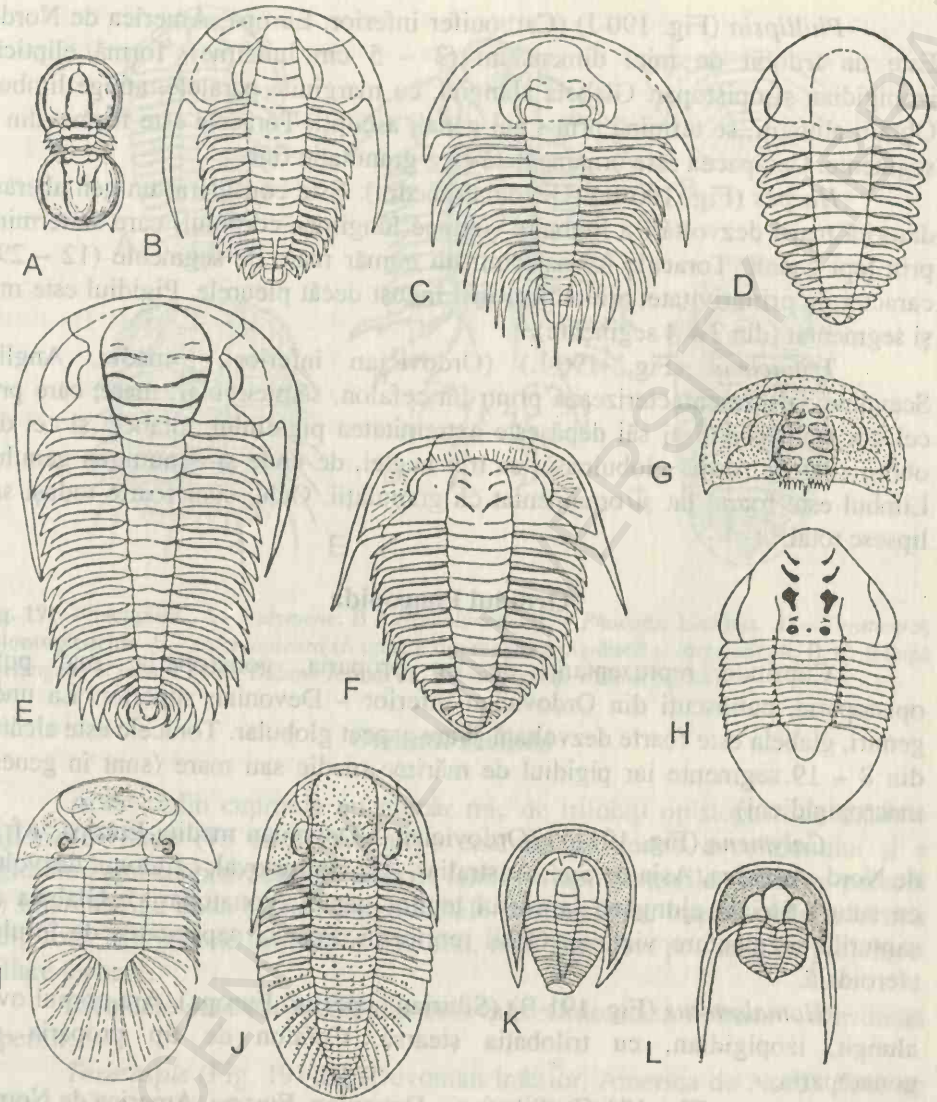


Fig. 190. Trilobita. Agnostida. A – *Agnostus*; **Redlichiida.** B – *Redlichia*; C – *Olenellus*; D – *Ellipsocephalus*; E – *Paradoxides*; **Ptychopariida.** F – *Olenus*; G – *Sao*; H – *Illaenus*; I – *Scutellum* (= *Bronteus*); J – *Phillipsia*; K – *Harpes*; L – *Trinucleus* (A-J după E. Hanganu şi colab., 1983; K, L după V. Barbu, 1968).

Phillipsia (Fig. 190-J) (Carbonifer inferior, Europa, America de Nord). Este un trilobit de mici dimensiuni (3 – 5 cm lungime), formă eliptică, izopigidian şi opistopar. Glabela alungită, cu marginile paralele, atinge limbul. Obrajii alungiţi, se termină prin spini genali ascuţiţi. Toracele este format din 9 segmente. Carapacea este ornamentată cu o granulaţie fină.

Harpes (Fig. 190-K) (Devonian mediu). Este considerat un gen aberant datorită marii dezvoltări a limbului (întrece lungimea corpului) care se termină prin ţepi genali. Toracele format dintr-un număr mare de segmente (12 – 29), caracter de primitivitate, are rahisul mai îngust decât pleurele. Pigidiul este mic şi segmentat (din 3 – 4 segmente).

Trinucleus (Fig. 190-L) (Ordovician inferior - mediu, Anglia, Scandinavia). Se caracterizează printr-un cefalon, semicircular, mare, care prin cei doi spini genali ai săi depăşeşte extremitatea pigidiului. Glabela şi cei doi obraji sunt de formă globuloasă, ca trei nuclei, de unde şi denumirea genului. Limbul este foarte lat şi ornamentat cu granulaţii. Ochii sunt foarte reduşi sau lipsesc total.

Ordinul Phacopida

Cuprinde reprezentanţi de tip proparia, gonatoparia, mai puţin opistoparia, cunoscuţi din Ordovician inferior – Devonian superior. La unele genuri, glabela este foarte dezvoltată şi are aspect globular. Toracele este alcătuit din 8 – 19 segmente iar pigidiul de mărime medie sau mare (sunt în general macropigidieni).

Calymene (Fig. 191-A) (Ordovician – Devonian mediu, Europa, Africa de Nord, America, Asia de Sud, Australia). Are contur oval, cefalonul dezvoltat, cu sutura facială ajungând la vârful ţepilor genali (gonatoparia). Glabela are şanţurile segmentare vizibile. Ochii reniformi. Poseda capacitatea de înrulare sferoidală.

Homalonotus (Fig. 191-B) (Silurian superior, Europa). Are corpul oval-alungit, izopigidian, cu trilobaţia ştearsă. Cefalon de tip proparia sau gonatoparia.

Phacops (Fig. 191-C) (Silurian – Devonian, Europa, America de Nord şi de Sud, Australia). Este un trilobit izopigidian, cu glabela mare, globuloasă şi cu granulaţii (dezvoltată ca un adevărat plutitor). Ochii sunt foarte mari. Se cunoaşte şi din Devonianul din Dealul Bujoarele – Dobrogea.

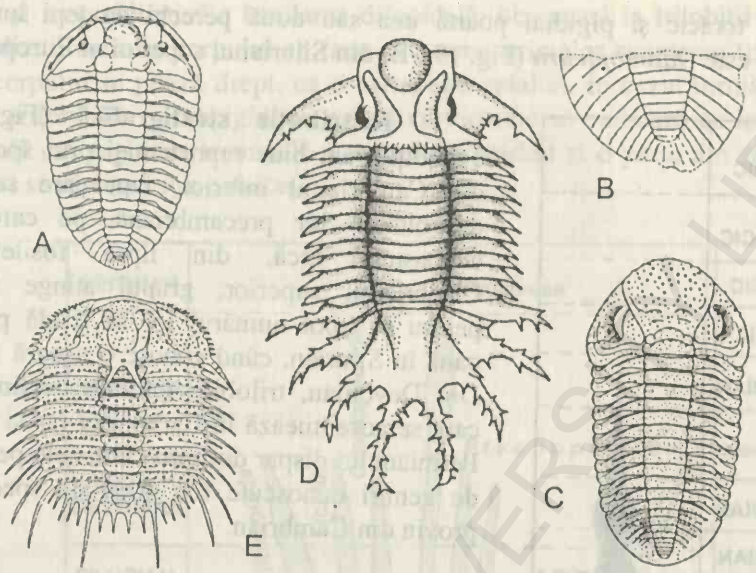


Fig. 191. Phacopida. A - *Calymene*; B – *Homalonotus*; C – *Phacops*; **Lichida.** D – *Terataspis*; **Odontopleurida.** E – *Odontopleura* (fragment din regiunea pigidiană şi toracică) (A, B, C, E după E. Hanganu et colab., 1983; D după Jordan din Krumbiegel şi Walther, 1984).

Ordinul Lichida

Acest ordin cuprinde un număr mic de trilobiţi opistopari, de mărime mijlocie şi mare (75 cm), care au o conformaţie aparte a cefalonului şi a pigidiului, ambele prevăzute cu diferite feluri de ţepi. Şanţurile glabelare perechi (4) împreună cu două şanţuri longitudinale paramediane, împart glabela în mai mulţi lobi. Librigenele sunt lăţite. Pigidiul, mult lăţit, este prevăzut cu prelungiri radiare ţepoase.

Lichidele sunt cunoscute din intervalul Ordovician inferior – Devonian superior.

Terataspis (Fig. 191-D) (Devonian inferior, America de Nord). Este un trilobit de talie mare, atingând lungimea de 50 cm.

Ordinul Odontopleurida

Sunt trilobiţi aberanţi, cunoscuţi din Cambrianul mediu până în Devonianul superior, de talie mică şi tip opistopar, cu crusta ţepoasă. Fiecare

segment toracic şi pigidial poartă una sau două perechi de ţepi lungi. Un exemplu este *Odontopleura* (Fig. 191-E) din Silurianul superior al Europei.

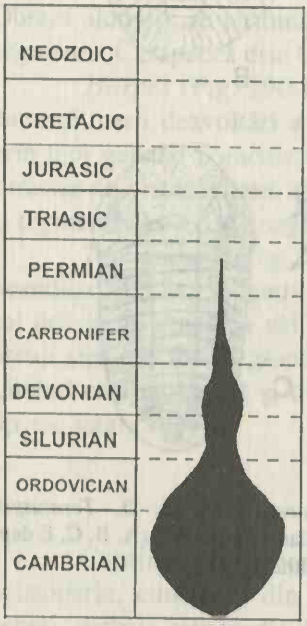


Fig. 192. Distribuţia stratigrafică a trilobiţilor (bazat pe House, în G. Krumbiegel şi H. Walther, 1984).

Distribuţie stratigrafică (Fig. 192). Trilobiţii sunt bine reprezentaţi prin specii încă din Cambrianul inferior, fapt care sugerează dezvoltarea lor precambriană, pe care nu o cunoaştem încă, din lipsa fosilelor. În Cambrianul superior, grupul atinge apogeul, pentru ca apoi numărul lor să scadă progresiv până în Silurian, când cunosc o uşoară revenire. Din Devonian, trilobiţii intră în declinul final, care se accentuează în Carbonifer iar la mijlocul Permianului dispar definitiv. Din cele peste 1300 de genuri cunoscute (cu 4000 de specii), 600 provin din Cambrian.

Filogenia trilobiţilor (Fig. 193). Trilobiţii sunt numeroşi şi cu o morfologie bine definită încă de la începutul Cambrianului. Acest fapt sugerează că individualizarea acestui grup a avut loc cu mult înainte, în Precambrianul superior. O primă diversificare a trilobiţilor ar fi avut loc înainte de Cambrianul inferior, când s-au diferenţiat grupele Agnostida, Redlichiida şi Corynexochida. Apoi, în Cambrian, din grupul Ptychopariida s-au desprins celelalte grupuri principale (Phacopida, Lichida, Odontopleurida). La sfârşitul Devonianului trilobiţii suferă un declin accentuat astfel încât, în Carbonifer, sunt reprezentaţi în esenţă doar printr-un singur grup de Ptychopariida (Proetacea), care se va stinge în Permian.

Paleoecologie. Trilobiţii adulţi au fost, în majoritate, organisme bentonice vagile, microfage, care se târau sau înotau pe fundul marin, de la adâncimi mici până la adâncimi relativ mari unde hrana era săracă (fapt sugerat de talia mică, exoscheletul subţire şi reducerea ochilor până la cecitate totală).

Unii trilobiţi bentonici aveau posibilitatea de a se înrula pentru a se apăra de duşmani. Au fost deosebite trei tipuri principale de înrulare (Fig. 194): *sferoidală*, *discoidală* şi *dublă*. La înrularea sferoidală, cea mai frecventă, participă toate segmentele toracice, corpul luând o formă globuloasă; capătul cefalonului se suprapune peste capătul pigidiului. Este caracteristică trilobiţilor

macro- şi izopigidieni. La înrularea discoidală, observată la trilobiţii micro- şi izopigidieni, curbura corpului se face pe seama primelor segmente toracice iar restul corpului se pliază drept, ca o carte, sub cefalon. În cazul înrulării duble, proprie trilobiţilor micropigidieni primitivi, toracele se curbează ca la înrularea sferoidală dar regiunea terminală a corpului (pigidiul şi o parte din segmentele toracice) se repliază sub cefalon.

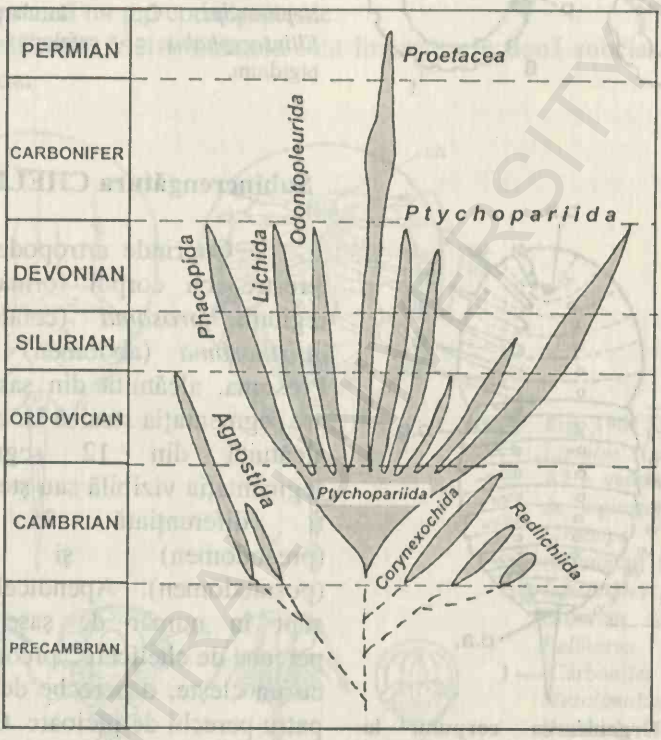


Fig. 193. Filogenia trilobiţilor (după G. et R. Hahn, simplificată, în N. Şuraru, 1977).

La unele genuri, morfologia corpului indică abilităţi nectonice. Aceşti trilobiţi au rahisul toracic bombat, un spin frontal lung, glabela mare şi bombată, ca un plutitor, ochii mari, cu poziţie laterală pe cefalon şi prezentă ţepi cefalici, pleurali şi pigidiali foarte lungi şi subţiri care măreau suprafaţa de plutire a corpului. Se pare că înotau cu faţa ventrală în sus.

Larvele erau planctonice şi, luate de curenţii marini, răspândeau specia pe arii geografice vaste. Repartiţia paleogeografică a anumitor genuri a condus

la delimitarea unui mare număr de paleobioprovincii dintre care cele mai multe aparţin Cambrianului.

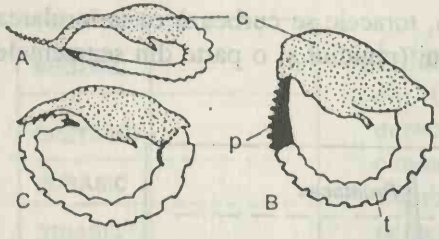


Fig. 194. Tipuri de înrulare la trilobiţi (după Barrande, R. Richter şi Westergard, în E. Hanganu şi colab., 1983). A – înrulare discoidală la *Harpes*; B – înrulare sferoidală la *Nephranops*; C – înrulare dublă la *Ellipsocephalus*; c – cefalon; t – torace; p – pigidium.

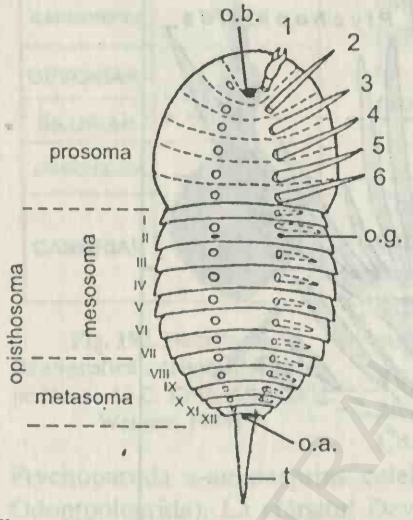


Fig. 195. Organizarea corpului la chelicerate (ventral) (după L. Störmer, din E. Hanganu şi colab., 1983); o. a. – orificiu anal; o.b. – orificiu bucal; o. g. – orificiu genital; t – telson; 1–6 – apendice ale prosomei: 1 – chelicere; 2-5 – apendice locomotorii; I-XII – segmente ale opisthosomei.

Subîncrengătura CHELICERATA

Cuprinde artropode acvatice şi terestre, cu corpul format din două regiuni: *prosoma* (cefalotorace) şi *opisthosoma* (abdomen) (Fig. 195). Prosoma, alcătuită din şase segmente, are segmentaţia ştearsă iar opisthosoma, alcătuită din 12 segmente, are segmentaţia vizibilă sau ştearsă şi poate fi diferenţiată în *mesosoma* (preabdomen) şi *metasoma* (postabdomen). Apendicele prosomei sunt în număr de şase perechi: o pereche de chelicere, preoral, terminate cu un cleşte, o pereche de pedipalpi şi patru perechi de picioare. Opisthosoma, cu excepţia unor forme primitive, nu prezintă apendice. Antenele lipsesc în mod primar, rolul lor fiind preluat de pedipalpi. Bine reprezentate şi în fauna actuală, cheliceratele sunt artropode prădătoare, înzestrate cu glande veninoase şi organe pentru înţepat. Majoritatea trăiesc în mediul de uscat.

Importanţă paleontologică prezintă clasele Merostomata şi Arachnida.

Clasa MEROSTOMATA

Cuprinde chelicerate acvatice, marine şi de apă dulce, cu respiraţie branhială, la care coxele dinţate ale apendicelor prosomale funcţionează ca un aparat bucal (gr. *meros* – coxă; *stoma* – gură) ce serveşte la mărunţirea prăzii. Postabdomenul se termină cu un telson spinos. La merostomate se constată evoluţia în direcţia îngustării postabdomenului şi dezvoltării telsonului, acestea formând împreună un ţep codal puternic.

Clasificare. Merostomatele sunt împărţite în două subclase: Xiphosura şi Eurypterida.

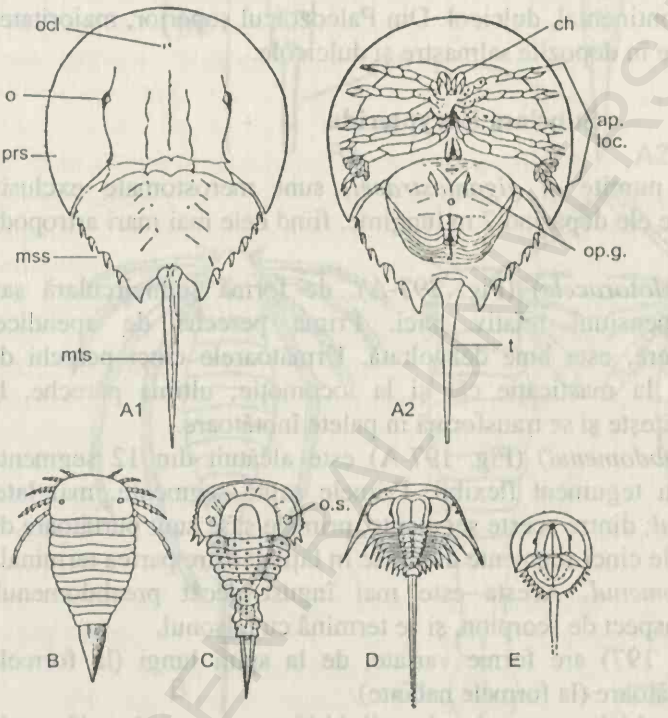


Fig. 196. Xiphosura. A – *Limulus* (actual): dorsal; A2 – ventral; B-E – tipuri de xiphosure fosile: B – *Strabops tracheri* (Cambrian superior); C – *Limuloides limuloides* (Silurian superior); D – *Belinurus regina* (Carbonifer superior); E – *Mesolimulus walchi* (Jurasic) (A după L. Davitaşvili, 1956; B-E după E. Hanganu şi colab., 1983).

Subclasa Xiphosura

Xifosurele (gr. *xiphos* – sabie; *oura* – coadă) se caracterizează prin prosoma largă, acoperită cu un scut bine chitinizat iar opisthosoma se continuă cu un telson lung, stiliform sau lanceolat (Fig. 196-A-E). Apendicele prosomei sunt uniramate, cele abdominale sunt biramate, foliacee. Au dimensiuni cuprinse între 2 şi 60 cm. Fecundaţia este externă iar larva are asemănări morfologice cu

trilobiții, fapt care indică primitivitatea lor. Sunt cunoscute din Cambrian (*Palaeomerus, Strabops* - Fig. 196-B) și persistă și în fauna actuală prin trei genuri: *Limulus, Tachypleus* și *Carcinoscorpius.*

Genul actual cel mai important – *Limulus* – (Fig. 196A) este cunoscut din Triasic și este asemănător genului mai vechi *Palaeolimulus*, cunoscut din Permian.

Distribuție stratigrafică. Xifosurele au apărut în Cambrianul inferior și au fost bine reprezentate până în Carbonifer. În Mesozoic și în Terțiar au avut o răspândire rapidă după care numărul lor scade mult. Cele trei genuri actuale sunt considerate „fosile vii".

Paleoecologie. Primele xifosure au fost animale marine. Din Silurian s-au adaptat la mediul continental, dulcicol. Din Paleozoicul superior, majoritatea formelor sunt cunoscute în depozite salmastre și dulcicole.

Subclasa Eurypterida

Euripteridele, numite și *gigantostracei*, sunt merostomate exclusiv paleozoice, unele dintre ele depășind 2 m lungime, fiind cele mai mari artropode ale tuturor timpurilor.

Prosoma (cefalotoracele) (Fig. 197-A), de formă semicirculară sau trapezoidală, are dimensiuni relativ mici. Prima pereche de apendice, reprezentată de chelicere, este bine dezvoltată. Următoarele cinci perechi de apendice serveau atât la masticație cât și la locomoție; ultima pereche, la numeroase genuri, se lățește și se transformă în palete înotătoare.

Opistosoma (abdomenul) (Fig. 197-A) este alcătuit din 12 segmente mobile, unite printr-un tegument flexibil. Primele șapte segmente, mai late, formează *preabdomenul*; dintre aceste segmente, primele șase sunt purtătoare de apendice iar următoarele cinci segmente descresc în lățime către partea terminală și formează *postabdomenul.* Acesta este mai îngust decât preabdomenul, conferind corpului un aspect de scorpion, și se termină cu telsonul.

Telsonul (Fig. 197) are forme variate, de la spini lungi (la formele reptante), la palete înotătoare (la formele natante).

Larvele euripteridelor erau de tip trilobitiform (ca și la xifosurele actuale).

Eurypterus (Fig. 197-A) (Ordovician – Cambrian superior, America de Nord, Eurasia), de 1 m lungime, are cefalotorace trapezoidal iar abdomenul cu segmente din ce în ce mai reduse spre partea terminală. Fața superioară a cefalotoracelui prezintă doi ochi mari, reniformi și doi oceli, median. Ultima pereche de apendice prosomale este transformată în palete înotătoare; telsonul spinos.

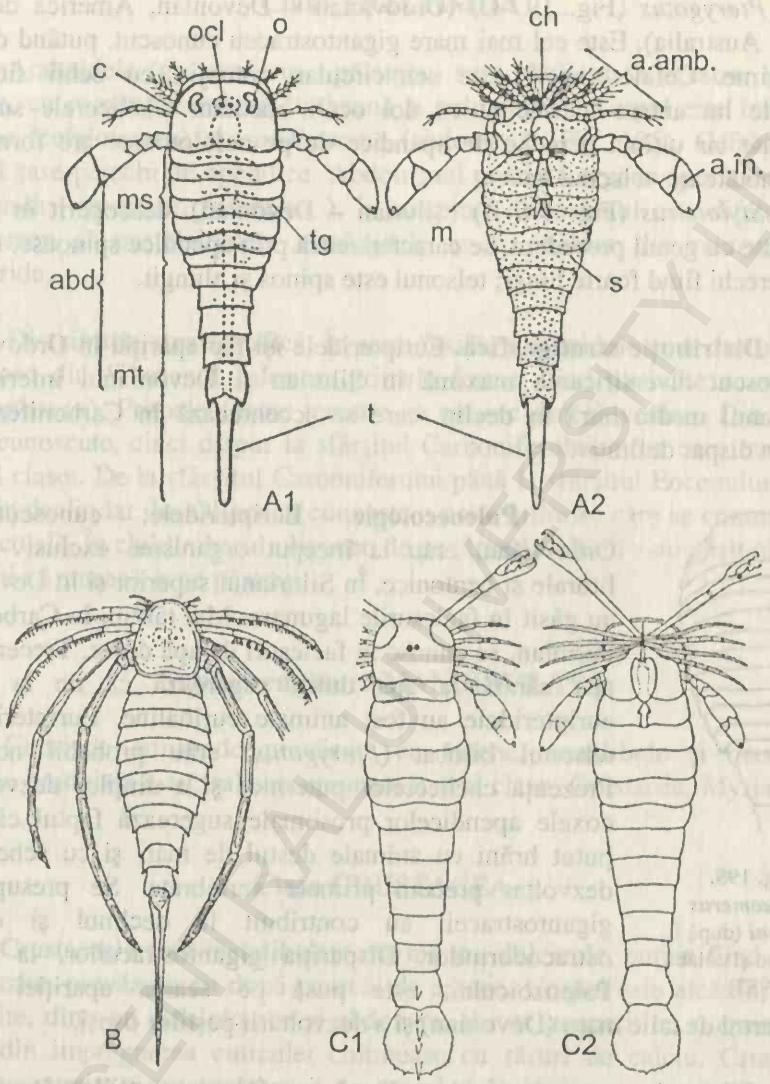


Fig. 197. Eurypterida. A – *Eurypterus fischeri* (Silurian): A1 – dorsal; A2 – ventral; B – *Stylonurus excelsior* (Devonian); C – *Pterygotus* (Silurian superior): C1 – dorsal; C2 – ventral (A după L. Störmer, din E. Hanganu şi colab., 1983; B, C după E. Hanganu şi colab., 1983).

Pterygotus (Fig. 197-C) (Ordovician – Devonian, America de Nord, Europa, Australia). Este cel mai mare gigantostraceu cunoscut, putând depăşi 2 m lungime. Cefalotoracele este semicircular, rotunjit, cu ochii situaţi pe marginile lui antero-laterale şi cu doi oceli, median. Chelicerele sunt bine dezvoltate iar ultima pereche de apendice de pe cefalotorace are forma unor palete înotătoare; telsonul lat.

Stylonurus (Fig. 197-B) (Silurian – Devonian), descoperit în aceleaşi sedimente cu genul precedent, se caracterizează prin apendice spinoase, ultimele două perechi fiind foarte lungi; telsonul este spinos şi alungit.

Distribuţie stratigrafică. Euripteridele îşi fac apariţia în Ordovician şi au cunoscut diversificarea maximă în Silurian şi Devonianul inferior. Din Devonianul mediu intră în declin, care se accentuează în Carbonifer, iar în Permian dispar definitiv.

Fig. 198. *Palaeomerus hamiltoni* (după E. Hanganu şi colab., 1983).

Paleoecologie. Euripteridele, cunoscute din Ordovician, erau la început organisme exclusiv marine, litorale şi bentonice. În Silurianul superior şi în Devonian s-au găsit în faciesurile lagunare. Mai târziu, în Carbonifer şi Permian, se cunosc în faciesuri de apă dulce. Trecerea de la apa sărată la apa dulce sugerează că de la început euripteridele au fost animale eurihaline. Euripteridele cu telsonul bilobat (*Pterygotus*) erau probabil nectonice. Prezenţa chelicerelor puternice şi a dinţilor dezvoltaţi pe coxele apendicelor prosomale sugerează faptul că s-ar fi putut hrăni cu animale destul de mari şi cu schelet bine dezvoltat precum primele vertebrate. Se presupune că gigantostraceii au contribuit la declinul şi extincţia ostracodermilor. Dispariţia gigantostraceilor, la sfârşitul Paleozoicului, este pusă pe seama apariţiei peştilor placodermi de talie mare (Devonian) şi a dezvoltării peştilor osoşi.

Filogenia merostomatelor. După morfologia stadiilor larvare şi a xifosurelor primitive (Aglaspida), se consideră că merostomatele s-au desprins din trilobitomorfe precambriene. Xifosurele au apărut primele, în Cambrian. La originea euripteridelor este plasat genul *Palaeomerus* (Xiphosura) (Fig. 198) din Cambrianul inferior, care prezintă caractere de xifosure şi de euripteride.

Clasa ARACHNIDA

Arahnidele (gr. *arakhne* - păianjen) sunt chelicerate terestre, secundar acvatice, cu respirație aeriană (traheană și pulmonară). Corpul este împărțit în *prosoma* (cefalotorace) și *opisthosoma* (abdomen), (Fig. 195). Cefalotoracele prezintă șase perechi de apendice. Abdomenul prezintă organe speciale derivate din apendice (piepteni, filiere etc.); la scorpioni abdomenul este diferențiat în preabdomen și postabdomen. Arahnidele ar fi evoluat din merostomatele eurypteride.

Distribuție stratigrafică. În stare fosilă, arachnidele apar destul de rar. Se cunosc din Siluriaṇul inferior, primele forme fiind atribuite scorpionilor (*Palaeophonus*). Primele forme terestre se cunosc din Devonian. Din cele 16 ordine cunoscute, cinci dispar la sfârșitul Carboniferului, timp care marchează apogeul clasei. De la sfârșitul Carboniferului până la sfârșitul Eocenului, grupul se află în declin iar din Oligocen cunoaște o nouă înflorire care se continuă și în epoca actuală. În chihlimbarul oligocen de pe țărmul Balticii s-au găsit numeroși păianjeni (Araneae), bine păstrați.

Subîncrengătura MANDIBULATA

Cuprinde artropode prevăzute cu antene, mandibule și maxile, cu respirație branhială s-au traheală, grupate în trei clase: Crustacea, Myriapoda și Insecta.

Clasa CRUSTACEA

Crustaceele sunt mandibulate marine sau dulcicole, puține fiind terestre sau parazite, prevăzute cu două perechi de antene. Corpul este alcătuit, la cele mai multe, dintr-un cefalotorace și abdomen, și este acoperit cu o *crustă*, care rezultă din impregnarea cuticulei chitinoase cu săruri de calciu. Crustaceele inferioare, numite și *entomostracee*, au corpul alcătuit dintr-un număr variabil de segmente (10 – 50), abdomenul este lipsit de apendice și se termină cu o furcă codală. Crustaceele superioare, numite și *malacostracee*, au corpul format dintr-un număr fix de segmente (19), abdomenul prezintă apendice biramate și se termină cu o înotătoare codală.

Crustaceele sunt cunoscute, ca grup distinct de artropode, încă de la începutul Cambrianului, ele nu prezintă o importanță paleontologică deosebită. În fauna actuală însumează 31312 specii. Dintre cele opt subclase de crustacee,

mai bine documentate paleontologic sunt următoarele patru: Branchiopoda, Ostracoda, Cirripedia şi Malacostraca.

Subclasa Branchiopoda

Cuprinde crustacee inferioare cu segmente în număr variabil şi homonome. Apendicele toracice sunt foliacee, având şi rol respirator, nu doar locomotor, de unde şi denumirea grupului (gr. *branchia* – branhie; *podos* - picior). Abdomenul se termină cu o furcă codală, diferit dezvoltată. Lungimea corpului variază între 1 şi 25 mm. Carapacea are diferite grade de dezvoltare. Unele nu au carapace (Anostraca), altele au o carapace dorsală nesudată la corp, ce porneşte de la marginea posterioară a capului (Notostraca), şi în sfârşit, unele au o carapace bivalvă care poate înveli corpul parţial (Cladocera) sau total (Conchostraca). Majoritatea formelor actuale sunt dulcicole.

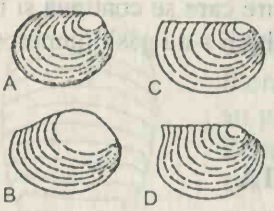


Fig. 199. ***Estheria minuta.*** A - tipul teliniform; B – tipul limnadiform; C – tipul cicladiform; D – tipul pteriiform (după N. Şuraru, 1977).

În stare fosilă cel mai bine cunoscute sunt cele din Subordinul Conchostraca (Ordinul Diplostraca). La acestea carapacea bivalvă imită prin convergenţă, valvele de la moluştele bivalve. Astfel, valvele prezintă un umbon, striuri de creştere concentrice, un muşchi adductor şi forma unei valve de lamelibranhiat. Genul cel mai frecvent este *Estheria* (= *Isaura*) (Devonian – Actual) (Fig. 199), care a rămas practic neschimbat din Paleozoic până în prezent. Acest gen este larg răspândit în argilele şistuoase negre sau vărgate din Carbonifer, Permian şi Triasic.

Subclasa Ostracoda

Grupează crustacee mici şi microscopice, răspândite în ape marine, salmastre şi dulci, care au în medie lungimi de 0,7 – 5 mm. Cele mai mici ostracode cunoscute ajung însă la 0,14 mm iar cele mai mari (exclusiv paleozoice) măsoară 10 – 25 mm lungime (chiar 58 mm). Corpul este scurt, comprimat lateral, alcătuit din cefalon (cap şi torace separate printr-o constricţie) şi un abdomen rudimentar. Întregul corp, format din puţine segmente şi cel mult şapte perechi de apendice, este protejat de o *carapace bivalvă*, chitinoasă sau calcaroasă (gr. *ostrakon* – carapace), formată din două valve inegale. Valvele sunt dispuse lateral şi se prind cu ajutorul ţâţânei şi al unor muşchi (Fig. 200).

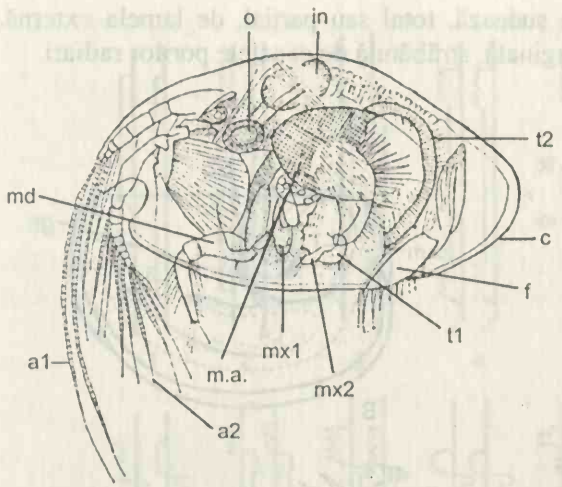


Fig. 200. Ostracod actual (*Cypridina mediterranea*), femela (după Grassé şi colab., 1970, în V. Firă şi M. Năstăsescu, 1977); a1 – antena1; a2 – antena 2; c – carapace; f – furca codală; mx1 – maxila 1; mx2 – maxila 2; o – ochi compus; in – inimă; t1 – toracopod 1; t2 – toracopod 2.

Carapacea (Fig. 201) are forme diferite: ovală, eliptică, cvadrangulară, trapezoidală, mai rar circulară sau subtriunghiulară. Suprafaţa externă a valvelor poate fi netedă sau ornamentată cu granule, pustule, striuri, tuberculi, coaste, perforaţii, spini, ori poate avea aspect reticulat. Pereţii valvelor sunt străbătuţi de canalele porilor normali prin care ies la suprafaţă perişori fini, care apar la suprafaţa valvelor sub forma unor perforaţii a căror mărime şi dispoziţie variază în funcţie de gen. Unele genuri, prezintă 1 – 3 şanţuri (*sulcus*) dispuse transversal pe valve, care delimitează între ele proeminenţe numite *lobi* (Fig. 201-B). Ornamentaţia valvelor este variată (Fig. 201-D).

Valvele se prind una de alta printr-o ţâţână asemănătoare celei de la bivalve, aceasta fiind, după dentiţie, de mai multe tipuri dintre care menţionăm următoarele (Fig. 202):

- *adontă*, fără dinţi; pe o valvă există o bară sau o creastă care se angrenează într-un şanţ situat pe valva opusă;
- *prionodontă,* derivată din cea adontă prin crenelarea barei şi a şanţului;
- *lofodontă* constă dintr-un şanţ în lungul ţâţânei iar la extremitatea lui se găsesc dinţi;
- *merodontă* este alcătuită din trei elemente: un şanţ, respectiv o creastă, mărginite de o parte şi de alta cu dinţi crenelaţi, respectiv fose.

Pe partea internă a valvelor sunt vizibile numeroase impresiuni musculare care, prin număr şi dispoziţie, au importanţă sistematică.

Structura valvelor. Peretele valvelor este alcătuit din două pături (lamele) suprapuse: *lamela externă* şi *lamela internă* (Fig. 201-A). Lamela externă, calcifiată pe toată suprafaţa, are stratul calcaros protejat la exterior şi interior de câte un înveliş chitinos. Lamela internă, chitinoasă, are o porţiune

calcifiată spre margine, unde se sudează, total sau parțial, de lamela externă. Partea sudată reprezintă zona marginală, străbătută de canalele porilor radiari.

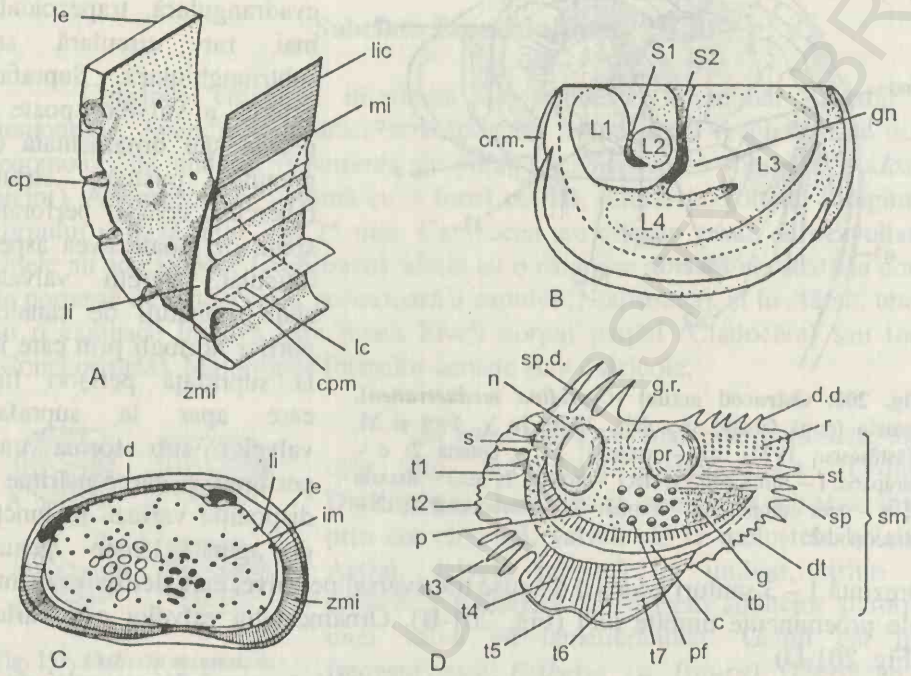


Fig. 201. Carapacea la ostracode. A – secțiune schematică prin marginea liberă a valvei (Podocopida); B – dispoziția sulcilor și lobilor pe suprafața laterală a valvei de ostracode; C – interiorul valvei la *Hemicythere villosa*; D – elemente de ornamentație la ostracode (A, C după V. Barbu, 1968; B, D după R. V. Kesling, 1951, în E. Hanganu și colab., 1983); c – carenă; cp – canalele porilor; cpm – canalele porilor radiari; cr. m. – creasta marginală; d – dentiție; d. d. – denticuli dorsali; dt – denticuli; g – granule; gn – geniculum; g. r. - ornamentație granulo-reticulată; L1 – lob anterior; L2 – lob median; L3 – lob posterior; L4 – lob ventral; lc – linia de concreștere; le – lamela externă; im – impresiunile mușchilor adductori; li – lamela internă; lic – lamela internă calcaroasă; mi – marginea internă; n – suprafață netedă; p – ornamentație punctată; pf – perforații; pr – protuberanță; r – ornamentație reticulată; S1 – sulcus anterior; S2 – sulcus median; s – suprafață spinoasă; sm – structuri marginale; sp – spin; sp.d. spin dorsal; st – striații; t1 – tiv – nodulos; t2 – tiv denticulat; t3 – tiv spinos; t4 – tiv striat; t5 – tiv ondulat; t6 – tiv reticulat; t7 – tiv cu structură concentrică; tb – tubercul; zmi – zona marginală internă.

O caracteristică foarte importantă a ostracodelor este *homeomorfismul* – genuri diferite având aceeași formă și chiar ornamentație. Uneori prezintă și dimorfism sexual care se manifestă prin mărimi și elemente sculpturale diferite.

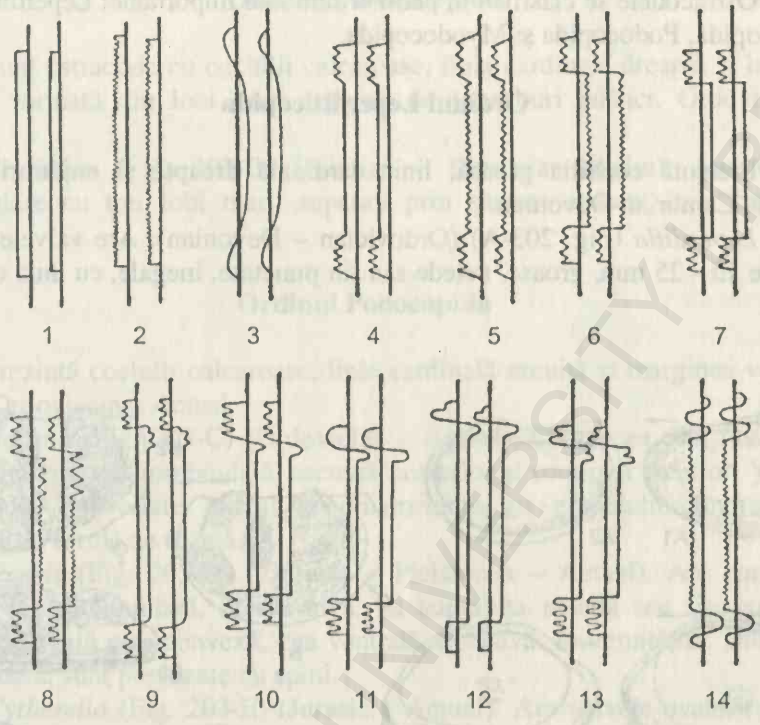


Fig. 202. Tipurile principale de dentiție la ostracode (după H. W. Scott, în E. Hanganu şi colab., 1983); 1 – adont; 2 – prionodont; 3 – lofodont; 4-7 – merodont: 4 – paleomerodont; 5 – holomerodont; 6 – antimerodont; 7 – hemimerodont; 8 – entomodont; 9 – lobodont; 10 – paramfidont; 11 – hemiamfidont; 12 – holamfidont; 13 - schizodont; 14 – gongilodont.

Ostracodele sunt crustacee eurihaline, bentonice şi trăiesc la toate adâncimile, fiind mai abundente în zonele puţin adânci ale platformei continentale şi în apele calde. Ele înoată sau se târăsc cu ajutorul antenelor şi al toracopodelor.

Ostracodele au o importanţă biostratigrafică deosebită, mai ales pentru datarea şi corelarea forajelor de adâncime din regiunile petrolifere şi gazeifere. La noi în ţară sunt utile, graţie abundenţei lor, la corelarea sedimentelor pliocene de mare adâncime.

Clasificare. Pentru clasificarea ostracodelor se au în vedere mai multe tipuri de caractere: morfologia, raportul de mărime, ornamentaţia şi structura valvelor, organizarea ţâţânii, numărul, forma şi dispoziţia impresiunilor musculare. Prin caracterele lor, ostracodele paleozoice diferă de cele postpaleozoice (deşi există genuri care s-au menţinut din Silurian până astăzi).

Ostracodele se clasifică în patru ordine mai importante: Leperditicopida, Palaeocopida, Podocopida şi Myodocopida.

Ordinul Leperditicopida

Prezintă cochilia groasă, linie cardinală dreaptă şi unghiuri dorsale evidente. Cambrian-Devonian.

Leperditia (Fig. 203-A) (Ordovician – Devonian). Are valvele de talie mare, de 15 - 25 mm, groase, netede sau fin punctate, inegale, cu linia cardinală dreaptă.

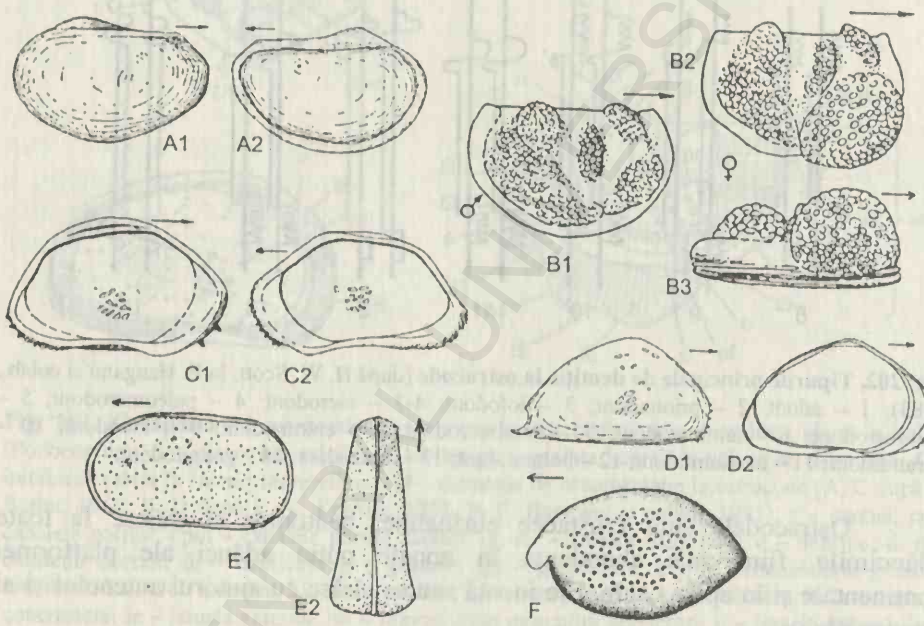


Fig. 203. Ostracoda. Leperditicopida. A1-A2 – *Leperditia*; **Palaeocopida.** B1-B2-B3 – *Beyrichia*; **Podocopida.** C1-C2 – *Bairdia*; D1-D2 – *Cypris*; E1-E2 – *Cytherella*; **Myodocopida.** F – *Cypridina*; săgeata indică regiunea anterioară a carapacei (A-E din E.Hanganu şi colab., 1983; F din V. Barbu, 1968).

Ordinul Palaeocopida

Sunt ostracode cu cochilii calcaroase, linia cardinală dreaptă şi lungă şi sculptură formată din lobi mari separaţi de jgheaburi adânci. Ordovician – Permian.

Beyrichia (Fig. 203-B) (Silurian – Devonian mediu). Are valvele semicirculare cu trei lobi mari, separaţi prin şanţuri adânci; linia cardinală dreaptă.

Ordinul Podocopida

Prezintă cochilii calcaroase, linie cardinală arcuită şi marginea ventrală dreaptă. Ordovician – Actual.

Bairdia (Fig. 203-C) (Ordovician – Actual). Carapacea este fusiformă, subtriunghiulară sau romboidală, ascuţită posterior şi rotunjită anterior. Valvele sunt groase, dezvoltate lateral şi ornamentate cu granulaţii. Impresiunile musculare au formă de rozetă.

Cypris (Fig. 203-D) (?Jurasic – Pleistocen – Actual). Are carapacea alungită, subtriunghiulară, inechivalvă, cu suprafaţa netedă sau fin punctată. Marginea dorsală este convexă, cea ventrală, concavă. Extremităţile, anterioară şi posterioară, sunt prevăzute cu spini.

Cytherella (Fig. 203-E) (Jurasic – Actual). Are valvele ovale, frecvent cu marginea ventrală slab concavă.

Ordinul Myodocopida

Prezintă marginea ventrală convexă şi o incizură rostrală. Silurian – Actual.

Cypridina (Fig. 203-F) (Cretacic superior – Actual). Este o formă adontă, cu carapacea ovală; marginea dorsală, dreaptă sau arcuită, posedă un rostrum anterior; duce viaţă marină şi are o răspândire mondială.

Distribuţie stratigrafică (Fig. 204). Ostracodele apar în Cambrianul inferior. În Ordovician cunosc o înflorire remarcabilă care se continuă până în Devonianul mediu când ating apogeul. După acest moment intră într-un declin care durează din Carbonifer până în Triasic. Începând cu Jurasicul inferior şi până în Actual, ostracodele sunt în continuă ascensiune evolutivă.

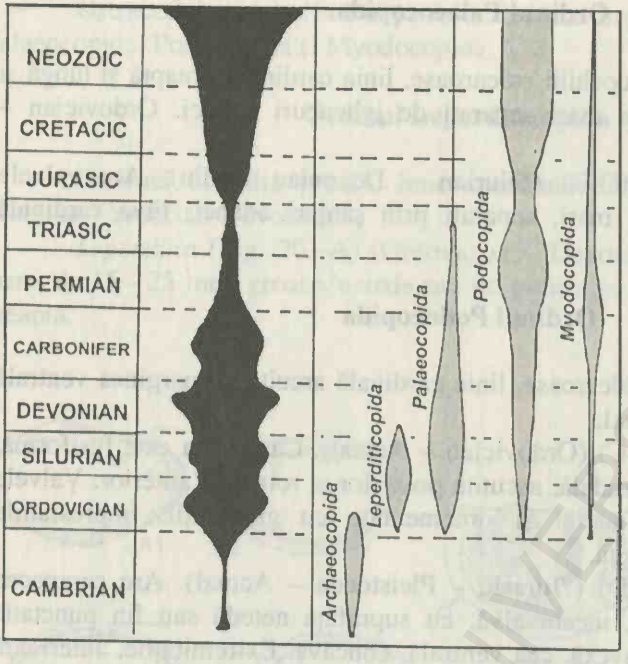


Fig. 204. Distribuția stratigrafică a ostracodelor (în nuanță deschisă distribuția ordinelor iar în negru distribuția subclasei) (bazat pe House, în G. Krumbiegel și H. Walther, 1984 și alte surse).

Subclasa Cirripedia

Sunt crustacee inferioare, marine, sedentare sau endoparazite. Formele sedentare sunt fixate printr-un peduncul sau disc adeziv, care rezultă din modificarea antenulelor și a părții anterioare a capului. Toracopodele, pierzând funcția locomotoare, au luat aspectul unor ciri cu rol în captarea hranei și pentru respirație. Corpul este protejat de o carapace (*capitulum*) formată din plăci calcaroase, perechi și neperechi.

Lepas (Fig. 205-A) (Pliocen – Actual) stă fixat prin peduncul. Carapacea este formată din două plăci *scutum*, anterioare, două plăci *tergum*, posterioare și o placă dorsală nepereche, *carina*.

Balanus (Fig. 205-B) (Eocen – Actual) stă fixat printr-un disc adeziv și protejat de o casuță formată dintr-o placă dorsală (*carina*), una ventrală (*rostrum*) și patru plăci laterale. Acoperișul (operculul) căsuței este format din cele două perechi de plăci: *scutum* și *tergum*. Căsuțe de *Balanus* se găsesc frecvent pe valve de lamelibranhiate fosile.

Subclasa Malacostraca

Cuprinde crustacee superioare, cu corpul format, în majoritatea cazurilor, din cefalotorace și abdomen. Se cunosc în stare fosilă din Cambrian. În fauna actuală malacostraceele reprezintă aproximativ trei pătrimi (20027 specii) din totalul crustaceelor. Dintre malacostraceele fosile mai bine cunoscute sunt cele din ordinele Decapoda și Isopoda.

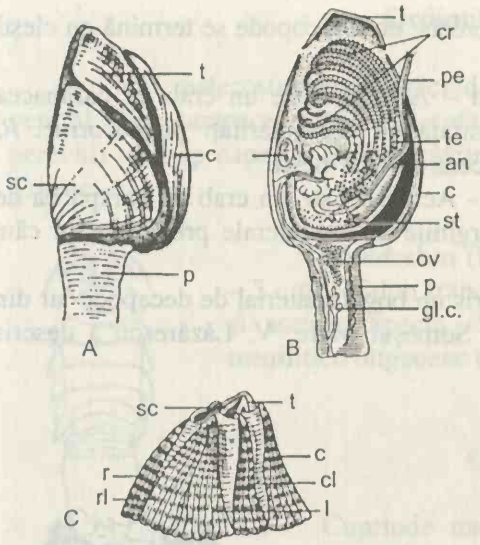


Fig. 205. Cirripedia. A-B – *Lepas anatifera* (Actual): A – aspect exterior; B – organizare internă; C – *Balanus* (Actual) – aspect exterior (după Grassé şi colab., 1970, în V. Fără şi M. Năstăsescu, 1977); an – anus; c – carina; cl – carino-lateralia; cr – ciri; gl. c. – glande cementare; l – lateralia; ov – ovar; p – pedunculi; pe – penis; r – rostrum; rl – rostro-lateralia; sc – scutum; st – stomac; t – tergum; te – testicul.

Ordinul Decapoda

Cuprinde malacostracee de tipul racului, cu cefalotorace şi abdomen acoperite de o crustă bine dezvoltată. Caracteristică este prezenţa a trei perechi de maxilipede biramate şi cinci perechi de picioare uniramate (Fig. 206-A). La majoritatea speciilor, carapacea cefalotoracelui prezintă o prelungire antero-mediană numită *rostru*. Decapodele, bine reprezentate în fauna actuală (8500 specii), se cunosc începând din Triasic.

Decapodele se împart în trei subordine: Macrura, Anomura şi Brachyura.

Subordinul Macrura. Sunt decapode cu abdomenul bine dezvoltat, precum unele forme natante (creveţii) sau reptante (racii, homarii, langustele). Primii reprezentanţi sunt cunoscuţi din Triasic. Un gen mai bine cunoscut este *Aeger* (Triasic-Malm) (Fig. 206-B), o formă natantă cu rostru bine ascuţit, apendice lungi şi antene foarte dezvoltate.

Subordinul Anomura. Cuprinde pagurii, forme cu abdomenul răsucit asimetric, cu carapacea moale, pleopodele reduse asimetric şi toracopodele din prima pereche foarte inegal dezvoltate. Trăiesc adăpostiţi mai ales în cochilii goale de gastropode şi frecvent formează simbioze cu spongierii sau cu cnidarii. Pagurii sunt puţin cunoscuţi în stare fosilă, primii datând din Jurasic. Un exemplu este genul *Calianassa* (Cretacic - Actual) (Fig. 206-C).

Subordinul Brachyura. Sunt crabii, decapode la care cefalotoracele constituie partea principală a corpului, abdomenul fiind mult redus şi pliat sub cefalotorace. Forma cefalotoracelui este caracteristică – trapezoidală sau pătrată.

Antenele sunt foarte scurte iar prima pereche de toracopode se termină cu cleşti puternici.

Ranina (Fig. 206-D) (Paleogen – Actual). Este un crab cu carapacea ovală, cu rostrum anterior şi pe suprafaţă cu neregularităţi punctiforme. *R. marestina* este frecventă în calcarele eocene de la Albeşti.

Portunus (Fig. 206-E) (Eocen – Actual). Este un crab cu carapacea de formă aproximativ hexagonală, cu marginile antero-laterale prevăzute cu câte trei lobi.

Din Bucegi D. Patrulius a descris un bogat material de decapode iar din Miocenul inferior – Ileanda, regiunea Someşul Mare, V. Lăzărescu a descris specia *Coeloma macoveii*.

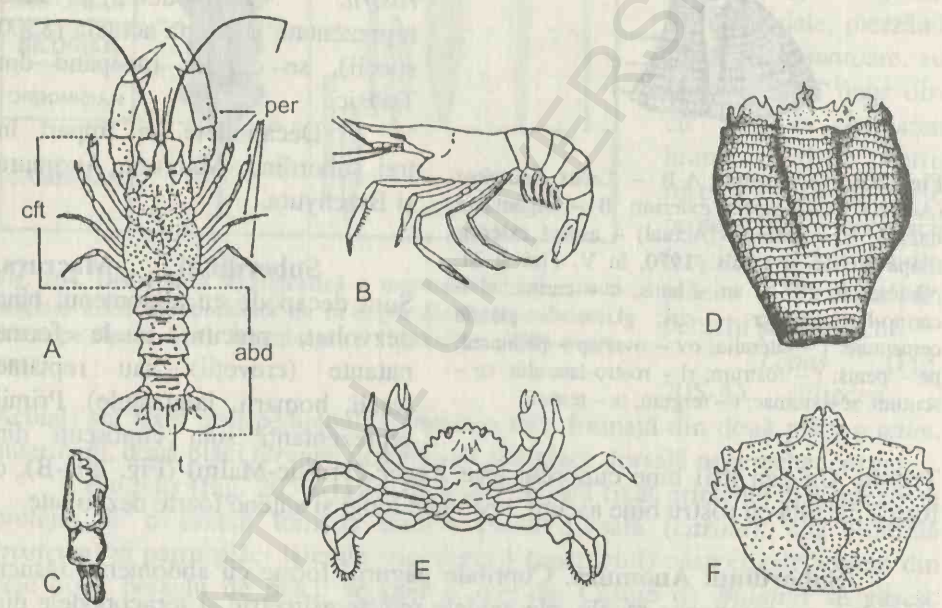


Fig. 206. Decapoda. A – morfologia unui decapod (dorsal); B – *Aeger*; C – *Calianassa ferox*; D – *Ranina marestiana*; E – *Portunus oligocenicus*; F – *Coeloma* (A, B după N. Şuraru, 1977; C-E după V. Barbu, 1968; F după E. Hanganu şi colab., 1983); abd – abdomen; cft – cefalotorace; pereiopode (toracopode ambulatorii); t – telson.

Ordinul Isopoda

Sunt malacostracee de mici dimensiuni, cu corpul oval, turtit dorso-ventral, fără carapace şi fără un cefalotorace constituit. Toracopodele (şapte perechi) sunt aproape de aceeaşi mărime (gr. *isos* – egal). Sunt cunoscute din Triasic.

Fig. 207. *Proidothea haugi* (după V. Barbu, 1968).

Proidothea (Fig. 207) (Oligocen). Are lungimea de 2 – 3 cm, cefalon trapezoidal, antene lungi. Telsonul este mare şi ascuţit. Specia *P. haugi* a fost descoperită în şisturile menilitice oligocene de la Piatra-Neamţ.

Clasa MYRIAPODA

Cuprinde mandibulate terestre, multisegmentate, cu aspect vermiform, prevăzute cu multe perechi de piocioare. Corpul se diferenţiază în două tagme: *cap* şi *trunchi*. Prezintă o singură pereche de antene. Respiraţia este traheană. Sunt nocturne, lucifuge, fitofage sau prădătoare. În stare fosilă apar rareori. Se cunosc sub formă de impresiuni din depozite continentale ce datează începând din Carbonifer şi Permian (*Euphoberia*, Europa, America de Nord) sau conservate în chihlimbarul baltic din Oligocen. Recent, au fost descoperite două specii de miriapode prădătoare mult mai vechi, datând din Silurianul superior (Shropshire).

Clasa INSECTA (HEXAPODA)

Insectele sunt singurele nevertebrate adaptate la locomoţia prin zbor. Ele sunt mandibulate terestre traheate, cu corpul alcătuit din trei regiuni: *cap*, *torace* şi *abdomen* (Fig. 208-A). Capul, rezultat din fuziunea primelor şase segmente somatice, poartă o pereche de antene, o pereche de ochi compuşi şi piesele aparatului bucal: buza superioară (*labrum*), o pereche de mandibule şi două perechi de maxile; maxilele perechii a doua sunt fuzionate parţial şi formează buza inferioară (*labium*). Aparatele bucale au diferite conformaţii în funcţie de regimul de hrană.

Toracele este format din trei segmente şi prezintă trei perechi de picioare şi, la cele mai multe insecte, două perechi de aripi, iniţial ambele membranoase, (o pereche pe mezotorace şi cealaltă pe metatorace), insectele fiind singurele

nevertebrate zburătoare. *Aripile* sunt expansiuni paranotale ale tegumentului formate din două membrane suprapuse, intim lipite una de altă (Fig. 208-B-C). La începutul formării lor, în stadiul de pupă, aripile au forma unui sac mult turtit dorso-ventral. Cavitatea acestui sac este o prelungire a cavității generale a corpului. În cavitatea aripii intră sânge, ramificații traheale și nervi. Foițele epidermice ale aripii secretă pe suprafață o cuticulă moale. În lungul traheilor și nervilor membrana aripii se îngroașă și formează *nervurile*. Aripa este deci un „organ viu", sângele, nervii și traheile pătrunzând și în spațiile înguste ale membranei aripii.

Abdomenul, format din 12 – 9 segmente, nu are apendice perechi dar poate prezenta organe derivate din acestea (aparatul pentru sărit la colembole, armăturile genitale etc.).

Musculatura insectelor prezintă o mare dezvoltare, fiind reprezentată de *mușchii somatici*, care pun în mișcare corpul, și *mușchii splanchnici*, din constituția pereților organelor viscerale. La insectele bune zburătoare musculatura atinge o complexitate extremă, fiind capabilă de o mare putere musculară dar și de mișcări foarte complexe și precise. Această extraordinară capacitate de mișcare a insectelor este corelată cu marea dezvoltare a unui sistem nervos central, în special cefalic (ganglionii cerebroizi). Marea capacitate de mișcare și de reacție la diferitele schimbări ale condițiilor de viață au permis insectelor o imensă diversificare în specii și o vastă răspândire în diverse medii: terestre, acvatice sau ca organisme parazite.

Marea majoritate a insectelor se reproduc sexuat. Sexele sunt în general separate iar fecundația este internă. Frecvent este întâlnit *dimorfismul sexual*.

Dezvoltarea postembrionară la insecte constă într-o succesiune de stadii care încep cu larva ieșită din ou (*larva neonată*) și se termină cu stadiul adult (*imago*), proces numit *metamorfoză*. Există două tipuri principale de metamorfoză: metamorfoza incompletă sau *hemimetabolă*, care cuprinde mai multe stadii larvare, în general asemănătoare cu adultul ca mod de viață și morfologie, și metamorfoza completă sau *holometabolă*, care cuprinde stadii larvare neasemănătoare adultului ca mod de viață și morfologie, urmate de stadiul de *pupă*, din care va rezulta adultul. Stadiile larvare constituie etape de hrănire intensă a individului pentru a acumula rezervele necesare la construcția organismului adult. Pupa este un stadiu, în general imobil, în care individul nu se hrănește și în care au loc intense procese de histoliză și histogeneză. Sub învelișul pupal structura larvară se destramă pentru a se construi ulterior organele individului adult. Metamorfoza incompletă se întâlnește la pterigotele primitive (blatarii, ortoptere, heteroptere etc.); metamorfoza completă caracterizează pterigotele superioare (himenoptere, coleoptere, lepidoptere, diptere etc.). În cazul insectelor apterigote din ou ies indivizi foarte asemănători

cu adultul dar mai mici, dezvoltare numită directă sau *ametabolă*. În timpul metamorfozei, creşterea individului se realizează prin năpârliri în etape succesive.

Deşi au fost şi sunt foarte numeroase, în fauna actuală ele reprezentând cel mai mare grup de specii, fiind descrise peste un milion, insectele prezintă o importanţă paleontologică redusă.

Clasificare. Insectele sunt împărţite în două subclase: Apterygota şi Pterygota.

Subclasa Apterygota

Cuprinde insecte primitive de talie mică, cu organizare inferioară şi lipsite în mod primar de aripi. Cele mai vechi resturi de apterigote aparţin unor colembole din Devonianul mediu al Scoţiei (*Rhyniella praecursor*). Alte fosile provin din chihlimbarul baltic, de vârstă oligocenă (Fig. 208-F).

Subclasa Pterygota

Aici este inclusă cea mai mare parte dintre insecte. Pterigotele se caracterizează prin prezenţa, în mod primar, a aripilor, printr-o organizaţie internă superioară şi dezvoltarea metabolă. Pterigotele se cunosc începând cu Carboniferul inferior. Ca exemplu, prezentăm în continuare două genuri descoperite în mâlurile lacustre de vârstă carboniferă de la Commentry (Franţa).

Stenodictya (Fig. 208-D) (Carbonifer superior), Ordinul Palaeodictyoptera. Era o insectă mare, cu caractere primitive. Capul este mic, rotunjit, cu ochi compuşi situaţi lateral, trei oceli şi antene lungi. Aparatul bucal este constituit pentru rupt şi mestecat. Segmentele toracelui sunt nesudate şi posedă pe mezo- şi metatorace câte o pereche de aripi bine dezvoltate iar pe protorace se află o pereche de expansiuni (paranote) asemănătoare unor aripi scurte. Aripile, de circa 20 cm anvergură, sunt înguste, întinse lateral şi capabile de mişcări verticale; ele au o nervaţiune reticulată bogată.

Abdomenul este aplatizat, cu segmente homonome, prevăzute cu paranote scurte, cu aspect pleuriform iar terminal prezintă doi cerci lungi şi multiarticulaţi.

Meganeura (Fig. 208-E) (Carbonifer superior), Ordinul Protodonata. Era o libelulă de talie mare, lipsită de paranote abdominale, cu anvergura aripilor de până la 70 cm.

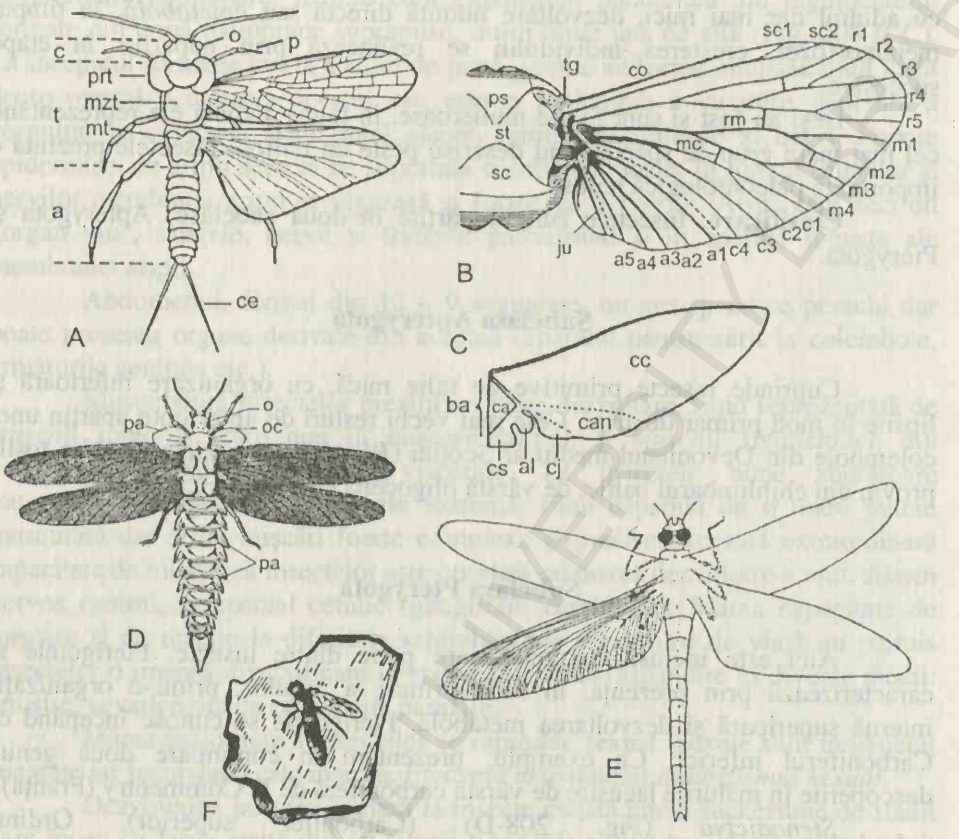


Fig. 208. Insecta. A – Alcătuirea corpului la insecte; B – schema nervațiunii aripii; C – regiunile aripii; **Palaeodictyoptera**. D - *Stenodictya lobata* (Carbonifer superior); **Protodonata**. E – *Meganeura*; F – insectă conservată în chihlimbar oligocen (*Bibio morio* - Diptera) (A după L. Störmer, din E. Hanganu și colab., 1983; B după M. Ionescu și M. Lăcătușu, 1971; C după N. Șuraru, 1977; D după V. Radu, 1967; E după L. Moret, 1940; F după V. Barbu, 1968); Fig. A: a – abdomen; c – cap; ce – cerci; o – ochi; p – picior; prt – protorace; mzt – mezotorace; mt – metatorace; t – torace; Fig. B: ps – prescut; st – scut; sc – scutel; co – coastă; sc1-2 – subcostale; r1-5 – radiale; m1-4 – mediale; c1-4 – cubitale; a1-5 – anale; ju – jugala; tg – tegula; rm – radială-medială; mc – medială-cubitală; Fig. C: ba – baza aripii; ca – câmp articular; cs – câmp subcostal; al – alula; cj – câmp jugal; can – câmp anal; cc – câmp costal; Fig. D: pa – paranote; o – ochi compoși; oc – oceli.

Distribuție stratigrafică. În stare fosilă, insectele sunt cunoscute din Devonianul mediu (Archaeognatha). Din Carbonifer se cunosc ordinele: Protodonata, Odonata, Thysanura, Ephemeroptera, Orthoptera, Palaeodictyoptera, Blattaria.

Din Permian: Plecoptera, Embioptera, Psocoptera, Thysanoptera, Heteroptera, Homoptera, Mecoptera, Neuroptera, Megaloptera, Coleoptera.

Din Triasic: Phasmatodea, Grylloblatodea, Diptera, Trichoptera, Hymenopera (Symphyta).

Din Jurasic: Dermaptera, Raphidioptera, Lepidoptera, Hymenoptera (Apocrita).

Din Cretacic: Isoptera, Siphonaptera, Strepsiptera.

Din Terțiar: Mantodea.

Din Cuaternar: Zoraptera, Mallophaga, Anoplura.

Originea și evoluția insectelor. Insectele au apărut pe uscat din strămoși artropodieni cu origine acvatică. Până în prezent, nu sunt cunoscute fosile de artropode terestre care ar putea reprezenta grupul de origine al insectelor. Opinia cea mai răspândită considera, până nu demult, că strămoșul insectelor ar trebui să fie un miriapod sau protomiriapod. Insectele sunt artropode cu apendici uniramați ca și miriapodele sau onicoforele. Strămoșul direct al insectelor ar putea fi fie un artropod cu apendici uniramați, fie un artropod cu apendici de tip biramat, precum trilobiții, cheliceratele sau crustaceele.

Uniramatele (Uniramia) se aseamănă între ele prin structura apendicilor, prezența unei singure perechi de antene, prezența tuburilor lui Malpighi. Totuși, multe din trăsăturile uniramatelor se consideră că au evoluat independent, prin adaptări convergente la mediul terestru. Date recente de biologie moleculară, arată că insectele nu sunt apropiate de miriapode, cum s-a crezut mult timp, ci de crustacee, față de care ar reprezenta, din punct de vedere evolutiv, un grup soră. În acest sens, au fost evidențiate similitudini în formarea mandibulelor, a sistemului nervos și a ochilor compuși. În acest context precizăm că cel mai vechi artropod terestru cunoscut, ce datează din Silurianul mediu (Australia), prezintă, spre deosebire de crustacee, numai apendici uniramați.

Cele mai vechi insecte cunoscute în stare fosilă sunt apterigote ce datează din Devonianul mediu. În acest caz, se consideră că individualizarea acestei clase de artropode s-a realizat mai înainte, în Silurian. În Devonianul superior, au apărut pterigotele *paleoptere* și *neopterele hemimetabole*, care au cunoscut o evoluție accentuată, unele (Protodonata) atingând gigantismul în Carbonifer. Gigantismul se explică prin clima caldă și umedă, foarte favorabilă dezvoltării insectelor, climă ce cuprindea în Carbonifer arii continentale vaste. La sfârșitul Paleozoicului dispar multe grupe de paleoptere și neoptere hemimetabole dar, în schimb, *neopterele holometabole* cunosc o mare dezvoltare, ce va atinge maximul diversificării în Cretacic, o dată cu dezvoltarea intensă a angiospermelor. Succesul evolutiv al insectelor se bazează pe următorii

factori principali: talie mică, cuticulă protectoare, sistem nervos eficient: celulele nervoase sunt izolate din punt de vedere electric prin celule gliale, împiedicând difuzarea influxului nervos spre alte celule nervoase; totodată, sistemul glial creează o barieră dintre sânge şi creier, funcţionarea creierului nefiind influenţată de oscilaţiile concentraţiei ionilor din hemolimfă; dezvoltarea capacităţii de zbor şi o înaltă rată reproductivă.

Perfecţionarea morfo-funcţională a organismului insectei şi extraordinara plasticitate ecologică şi diversificare taxonomică se consideră că s-au realizat în următoarelor cinci stadii evolutive principale:

1. apariţia insectelor nearipate primitive;
2. dezvoltarea aripilor;
3. dezvoltarea unui mecanism de flexie a aripii deasupra părţii posterioare a corpului;
4. dezvoltarea metamorfozei complete;
5. coevoluţia cu angiospermele, dezvoltarea polenizării entomofile, care au condus la o mai mare diversificare taxonomică a insectelor.

1. Apariţia insectelor nearipate primitive (Apterygota). Se crede că aceste insecte au apărut în Silurian sau chiar mai înainte. Din Devonian se cunosc fosile de Archaeognatha (ectognate) şi Collembola (entognate). Aceste fosile indică faptul că divergenţa între insectele ectognate şi cele entognate a avut loc mai înainte de Devonian.

2. Dezvoltarea aripilor a fost al doilea mare pas în evoluţia insectelor. Apariţia aripilor la pterigote (Pterygota) constituie însă o problemă nerezolvată. Cele mai vechi pterigote apar brusc în Carbonifer dar există convingerea că aceste structuri complexe – aripile – precum şi cerinţele fiziologice şi de comportament pentru a fi utilizate, au evoluat printr-o lungă serie de forme intermediare.

Insectele au fost primele animale zburătoare care au cucerit domeniul aerian cu circa 100 de milioane de ani înaintea reptilelor şi circa 140 milioane ani înaintea păsărilor. Aripile s-au dezvoltat la insecte fără pierderea rolului locomotor al picioarelor. Acest lucru diferenţiază insectele de vertebrate, la care organele de zbor s-au dezvoltat din *organe preexistente* şi anume membrele adaptate la locomoţia terestră. Primele aripi – protoaripile – nu puteau prezenta de la început toate adaptările morfo-funcţionale necesare zborului. Atunci la ce serveau protoaripile ? Pentru a explica acest fapt au fost elaborate trei teorii mai importante: teoria paranotală; teoria endit-exit; teoria privitoare la branhiile traheene.

a. Teoria paranotală (Fig. 209). Această teorie susţine că notumul segmentelor toracice a dezvoltat procese bilaterale (*procese paranotale*) care ar fi avut roluri diferite: de echilibru în timpul căderii de pe plante, de ajutor în

redobândirea poziției de mers sau în forme improvizate de locomoție. Cu ajutorul acestor procese, insectele mici puteau fi luate de curenții de aer și transportate pe distanțe mai lungi iar insectele mari puteau face salturi mai ușor prin aer. Aceste expansiuni ar fi putut avea un rol și în termoreglare. Ulterior, la baza proceselor paranotale s-ar fi dezvoltat articulații și structuri neuro-musculare care ar fi permis aripilor să exercite forța de propulsie și coordonare în timpul mișcării.

b. Teoria endit-exit (Fig. 209) sugerează că protoaripile s-au dezvoltat din fuziunea apendicilor interni (endite) și externi (exite) ale segmentelor bazale ale picioarelor. Acești apendici (prezenți la picioarele biramate de la crustacee și trilobiți), spre deosebire de procesele paranotale *erau deja articulați* și ar fi putut avea un anumit control muscular. Enditele și exitele puteau fi utile la înot sau în schimburile de gaze la speciile ancestrale acvatice.

Această teorie este susținută și prin modul de distribuție a chemoreceptorilor și mecanoreceptorilor pe aripile insectelor actuale. Organe chemoreceptoare nu au fost găsite pe suprafața toracelui dar se găsesc frecvent pe picioare. De asemenea, mecanoreceptori specializați numiți *sensile campaniforme,* care au fost găsiți pe aripi, au mai fost găsiți numai pe apendici și nu pe segmentele corpului. Concluzia acestei teorii este că aripile ar fi putut deriva din apendici primitivi și nu din expansiuni ale toracelui.

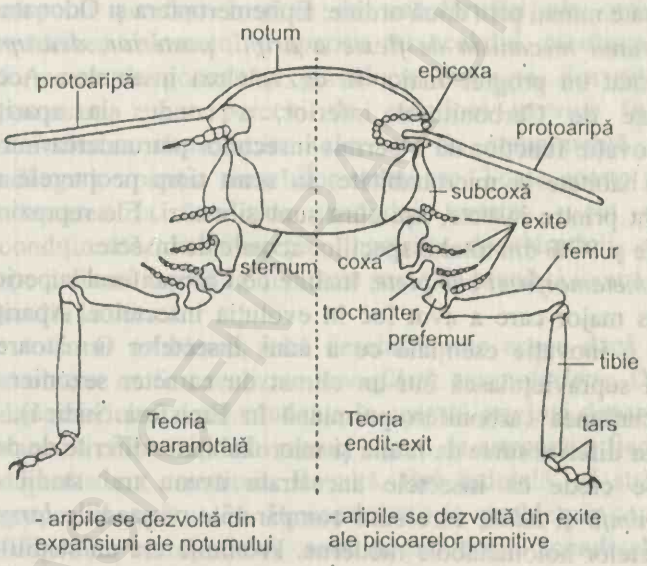


Fig. 209. Comparație între teoria paranotală și teoria endit-exit privind apariția aripilor la insecte (după G. McGavin, 2001).

c. Teoria privitoare la branhiile traheene. O teorie apărută la sfârșitul secolului al XIX-lea și reactualizată consideră că aripile ar proveni din *branhii*

traheene la insectele acvatice primitive. Branhiile la insectele acvatice sunt în mod obişnuit articulate, conţin ramificaţii traheene şi sunt mobile. Aripile ar fi putut deriva din branhiile traheene cu aspect de paletă prezente la larvele insectelor acvatice şi reţinute în stadiul adult cu rol în locomoţie, termoreglare sau o anumită protecţie. Unele plecoptere actuale folosesc aripile ca organe de propulsie la suprafaţa apei pentru a atinge pietrele şi vegetaţia de la marginea apei. Dezvoltarea gradată a muşchilor de la baza aripilor ar fi permis o fluturare a acestora tot mai puternică – condiţie de preadaptare la zbor.

Indiferent care din aceste trei teorii prezintă mai exact procesele care au avut loc, un lucru este sigur – faptul că ceea ce numim protoaripi erau structuri pe care selecţia le-a reţinut pentru diferite funcţii dar *nu pentru zbor.* Dezvoltate preponderant pentru o funcţie sau alta, aceste structuri s-au dovedit a fi utile *ulterior* la locomoţia prin aer, fiind organe preadaptate în acest sens. Din momentul în care au fost, chiar şi întâmplător, utilizate la locomoţia aeriană, protoaripile au fost *selecţionate* pentru dezvoltarea acestei noi funcţii, *având valoare adaptativă.* Atunci a început marea diversificare sistematică a insectelor.

Primele insecte aripate aveau articulaţii simple ale aripilor care le permiteau zborul dar, în timp de repaus, aripile erau ţinute întinse lateral sau vertical faţă de corp, neputând fi aşezate în lungul abdomenului. Aceste insecte, numite *paleoptere,* încep să devină foarte numeroase în Carbonifer şi Permian dar astăzi sunt reprezentate numai prin două ordine: Ephemeroptera şi Odonata.

3. Dezvoltarea unui mecanism de flexie a aripii, posterior, deasupra abdomenului a reprezentat un progres major în dezvoltarea insectelor. Acest proces, petrecut înainte de Carboniferul inferior, a condus la apariţia *neopterelor.* Această inovaţie funcţională a permis insectelor pătrunderea într-o varietate mai mare de habitate şi microhabitate. În scurt timp neopterele au devenit grupul dominant printre insecte, aşa cum sunt şi astăzi. Ele reprezintă 90% din ordinele actuale şi 97% din totalul speciilor actuale de insecte.

4. Dezvoltarea metamorfozei complete, înainte de Carboniferul superior, este al patrulea progres major care a avut loc în evoluţia insectelor. Apariţia *stadiului pupal* a fost o inovaţie esenţială ce a adus insectelor următoarele avantaje adaptative: să supravieţuiască într-un climat cu caracter sezonier în creştere (începuse glaciaţiunea carbonifero-permiană în Emisfera Sudică); să utilizeze în stadiul larvar diferite surse de hrană şi microhabitate, diferite de cele accesibile adulţilor. Se crede că insectele ancestrale aveau trei stadii de dezvoltare: *pronimfă, nimfă* şi *adult,* care sunt comparabile cu stadiile *larvar, pupal* şi *adult* ale insectelor holometabole moderne. Pronimfa era un stadiu de hrănire iar nimfa un stadiu de trecere la structura adultului. Selecţia naturală a favorizat prelungirea stadiului de hrănire (pronimfa) într-un *stadiu larvar,* corelativ cu scurtarea stadiului nimfal la un stadiu în care individul nu se

deplasează şi nu se hrăneşte – *pupa*. Prelungirea stadiului larvar, de hrănire, a asigurat acumularea substanţelor nutritive necesare dezvoltării în scurt timp a organelor adultului căruia îi rămâne, ca rol principal, răspândirea şi reproducerea speciei.

Insectele holometabole, mai bine adaptate decât cele hemimetabole, reprezintă 85% din numărul speciilor actuale de insecte.

5. Coevoluţia cu angiospermele. Dezvoltarea mondială a plantelor cu înveliş floral (angiospermele) în a doua parte a Cretacicului a iniţiat o mare diversificare taxonomică a insectelor care devin principalul factor în polenizarea acestor plante.

Filogenia insectelor. Relaţiile filogenetice dintre principalele grupe evolutive de insecte sunt prezentate în figura 210.

Filogenia artropodelor (Fig. 212). Artropodele constituie apogeul direcţiei evolutive a protostomienilor. Ele conservă planul general anelidian de organizare a corpului. Pornindu-se de la celomate de tip anelidian, se poate deriva organizaţia unui artropod prin accentuarea metameriei heteronome şi pierderea ulterioară, la unele forme, a segmentaţiei, dezvoltarea învelişului chitinos şi a exoscheletului care, în continuare, a favorizat apariţia apendicelor segmentate şi articulate. Aceste procese ale organizării generale şi exterioare a corpului au fost însoţite de transformări ale organizaţiei interne precum reducerea celomului şi apariţia mixocelului, pierderea, treptată, a nefridiilor şi formarea de gonade şi gonoducte distincte, dezvoltarea respiraţiei traheene, comasarea unor perechi de ganglioni nervoşi în regiunea anterioară şi dezvoltarea unui creier (care are în componenţă şi tritocerebronul, acum adăugat), apariţia muşchilor striaţi etc. Toate aceste procese au fost legate de adaptarea la condiţiile mediului terestru uscat unde supravieţuirea era condiţionată de protecţia împotriva deshidratării, mobilitate crescută şi o specializare rapidă la diversele surse de hrană şi locuri de înmulţire pe care acest mediu le oferea.

O problemă, încă deschisă, este aceea dacă toate aceste transformări evolutive au fost realizate *monofiletic* sau *polifiletic*. Datele paleontologice sunt, din nefericire, neconcludente în această privinţă deoarece în Cambrian, de când datează cele mai vechi resturi sigure de artropode, fiecare grup de artropode era deja distinct constituit. Rezultă, fără îndoială, că strămoşii comuni ai acestor grupe au apărut în Precambrian. O problemă care persistă în elucidarea filogeniei artropodelor este aceea dacă apendicele biramate, considerate primitive şi primare, au dat naştere apendicelor uniramate sau ambele categorii de apendice au apărut independent.

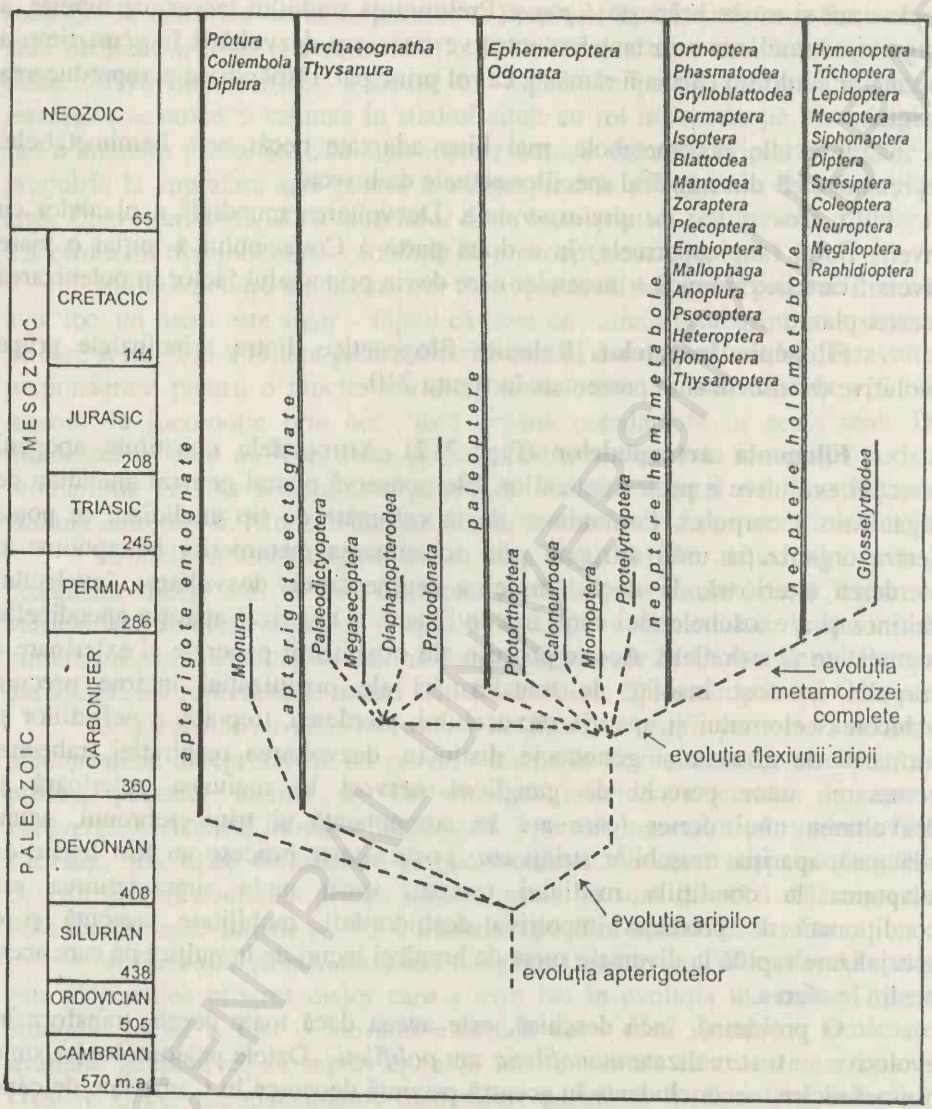


Fig. 210. Filogenia insectelor (bazat pe W. S. Romoser şi J. G. Stoffolano, 1994, modificat).

Pe baza cercetării structurii mandibulare, a aparatului locomotor şi a mişcării, Tiegs şi Manton (1958), Cisne (1974), deosebesc trei grupări care devin artropode prin convergenţă: 1. trilobiţii şi cheliceratele; 2. crustaceele; 3. onicoforele, miriapodele şi insectele. Anderson (1973, 1979) arată şi asemănările

embriologice existente în cadrul acestor grupări. În acest caz, apendicele uniramate au apărut în mod independent de cele biramate la strămoşi anelidieni necunoscuţi iar linia *onicofore – miriapode – insecte*, ar constitui un taxon monofiletic numit Uniramia. Această concepţie polifiletică, deşi este susţinută de multe argumente, nu poate explica apariţia în mod independent, prin convergenţă, a numeroase caractere esenţiale: cavitatea corpului (hemocelul), apendicele articulate, traheele, tuburile lui Malpighi, ochii compuşi, cuticula chitinoasă şi altele. Reamintim însă, că prezenţa traheilor la onicofore şi artropode, ar indica apariţia acestora pe cale polifiletică.

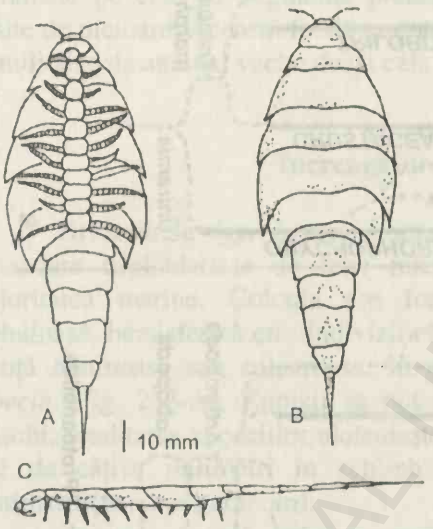


Fig. 211. ***Kalbarria brimmellae*** (Silurian mediu, Australia), cel mai vechi artropod terestru cunoscut până în prezent (după G. McGavin, 2001).
A – ventral; B – dorsal; C – lateral.

Cercetări mai noi (Gupta, 1979, Boudreaux, 1979, Weygoldt, 1986) susţin ipoteza monofiletică asupra originii artropodelor pe baza unor studii de embriologie a capului, studiul mecanismelor olfactive şi sensilelor, structura ochilor, anatomia organelor interne, sistemul de articulare dintre segmente, ultrastructura spermei. Multe trăsături din cadrul Uniramia au putut evolua convergent. Dovezi de genetică moleculară arată că Crustacea şi Insecta ar putea fi grupe soră din punct de vedere evolutiv. Recent (Kukalova-Peck, 1992), s-au adus argumente din domeniul fosilelor că apendicele uniramate au fost în mod primitiv biramate. Pe baza acestor observaţii, taxonul Uniramia nu mai este real iar ipoteza monofiletică câştigă teren în faţa ipotezei polifiletice. De asemenea, se cunosc trilobitomorfe cambriene (*Emeraldella, Sidneyia*) care au caractere colective: corp de merostomate, antene de crustacee, apendice de trilobiţi. Un ultim suport al ipotezei monofiletice a fost adus de analiza secvenţialităţii la ARN ribozomal (Ballard *et al.* 1992).

În prezent există un consens asupra *originii monofiletice* a artropodelor bazat pe următoarele argumente: răspândirea generală a α-chitinei în cuticula artropodelor, asemănări ale sistemului muscular şi de tendoane, caractere de biologie moleculară.

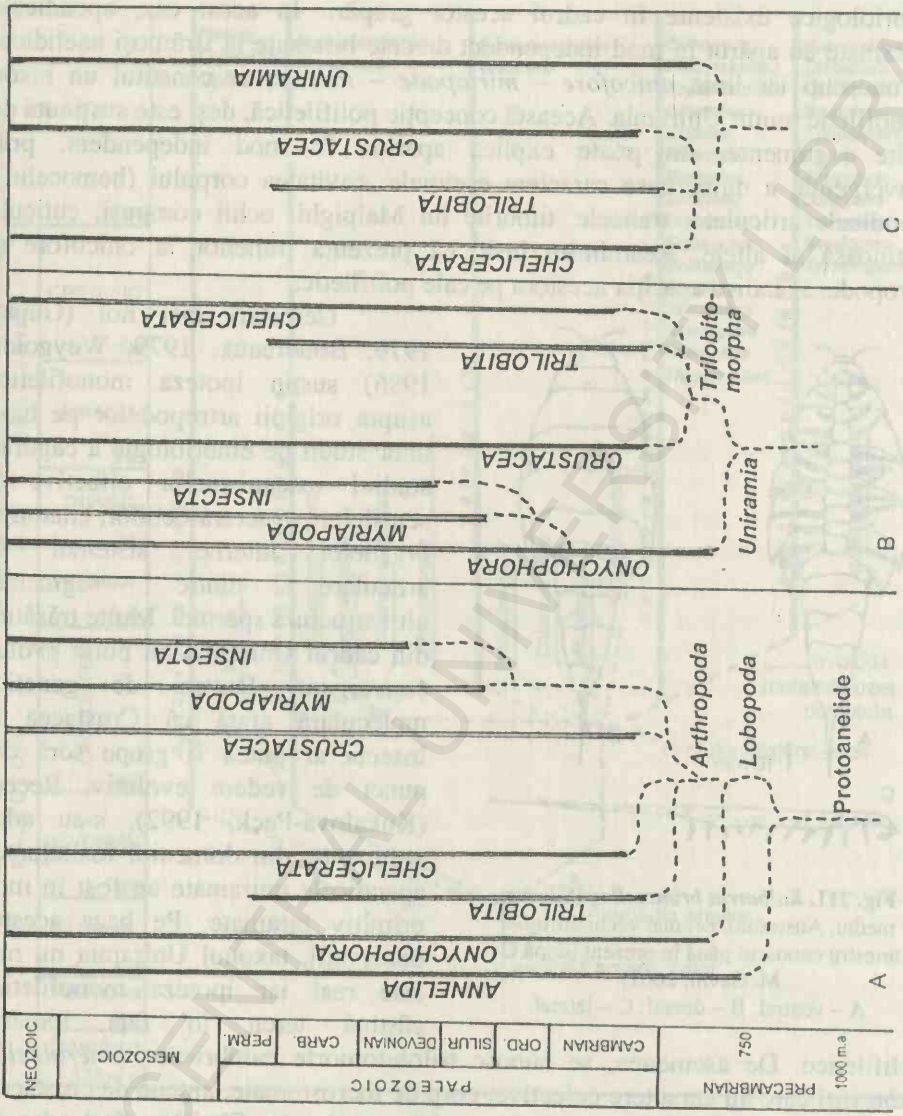


Fig. 212. Filogenia artropodelor (după W. S. Romoser și J. G. Stoffolano, 1994); A, B, C – variante ipotetice.

Cu privire la numărul grupelor mari incluse printre artropode, acesta depinde de modul în care definim artropodele. De exemplu, studii ale secvențelor genelor de pe ARN ribozomal ar sugera că onicoforele sunt artropode „adevărate". Dar există o serie de dovezi contrare: dacă prezența de picioare segmentate articulate este considerată definitorie pentru artropode, atunci onicoforele și tardigradele, care au picioare moi, nearticulate (lobopode),

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

trebuie excluse dintre artropode. Ele sunt însă în mod sigur foarte strâns înrudite cu artropodele.

Rămâne, de asemenea, în discuție originea monofiletică sau polifiletică a unor grupe de artropode precum miriapodele, insectele sau crustaceele.

Cele mai vechi artropode sunt de tipul trilobitomorfelor şi datează din Proterozoicul superior. Cel mai vechi artropod terestru a fost recent descoperit (1990) în depozite vechi de 420 milioane ani (Silurianul mediu) din vestul Australiei. Numit *Kalbarria brimmellae* (Fig. 211), acest artropod de 13 cm lungime, încadrat în grupul Euthycarcinoidea, avea câte o pereche de picioare uniramate pe cele 11 segmente preabdominale şi şase segmente abdominale lipsite de picioare. Această fosilă ar putea fi un strămoş al insectelor, fiind cu 45 de milioane de ani mai veche decât cele mai vechi resturi fosile de insecte.

Încrengătura BRYOZOA

Briozoarele (gr. *bryon* – muşchi de pământ; *zoon* – animal) sunt metazoare triploblastice de talie mică, coloniale, fixate, exclusiv acvatice, majoritatea marine. Colonia are forme diferite: de crustă, arborescentă, globuloasă, hemisferică etc. Indivizii coloniei, numiți *zooizi*, sunt protejați de o căsuță chitinoasă sau calcaroasă, în general de forma unui degetar, numită *zooecie* (Fig. 213-A). Zooizii se pot retrage în zooecie prin contracția unor muşchi; totalitatea zooeciilor alcătuieşte colonia – *zoarium*. Diametrul zoeciilor este de câțiva milimetri în schimb diametrul coloniilor ajunge la câțiva centimetri (maximum 60 cm).

Zooizii prezintă *lofofor* – o coroană de tentacule subțiri, retractile, dispuse pe o bază cărnoasă în formă de potcoavă (la Phylactolaemata) sau cerc (la Stenolaemata şi Gymnolaemata). Lofoforul poate fi scos la exterior prin deschiderea (*apertura*) de la partea superioară a zooeciei, opusă locului de fixare. La unele specii, apertura poate fi închisă cu un căpăcel (*operculum*). Tubul digestiv este în formă de U. Orificiul bucal este situat în interiorul coroanei de tentacule iar orificiul anal în exteriorul acestei coroane (de unde şi numele de *ectoprocta*, folosit uneori).

Morfologia coloniilor este foarte variată. Din acest punct de vedere coloniile pot fi: încrustante, reptante, dendroide, bi- sau multifoliate, globuloase, hemisferice, noduloase, etc. Coloniile încrustante şi reptante se fixează în întregime de substrat, mai ales pe cochilii de moluşte, brahiopode şi alte substraturi tari. Restul coloniilor se înalță pe o bază de fixare. În general, în cadrul coloniei dispoziția zooeciilor este strânsă iar indivizii comunică prin

intermediul orificiilor situate în pereții zooeciilor. La unele forme, zooeciile pot fi separate printr-un țesut vacuolar.

Indivizii coloniei prezintă *polimorfism colonial*. Într-o colonie de briozoare se deosebesc mai multe feluri de indivizi: autozooizi, gonozooizi, heterozooizi și chenozooecii.

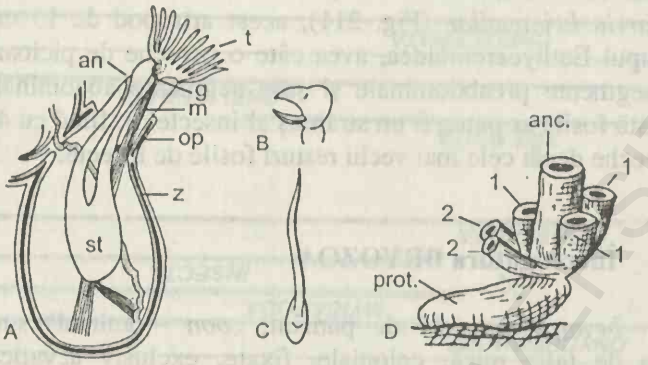


Fig. 213. Bryozoa. A – structura schematică a unei zooecii; B – avicular; C – vibracular; D – dezvoltarea coloniei de briozoare (*Prasopora*) (după V. Barbu, 1968). an – anus; anc – ancestroecium; g – gura; m – mușchi; op – opercul; prot – protoecium; st – stomac; z – zooecie; 1, 2 – zooecii succesive.

Autozooizii sunt indivizi complet dezvoltați și au rol în hrănirea coloniei. *Gonozooizii*, numiți și *ovicele*, sunt zooizi modificați care adăpostesc ouăle fecundate. *Heterozooizii* și-au pierdut capacitatea de a se hrăni independent dar în schimb au rol protector; cei în formă de bici se numesc *vibraculari* iar cei în formă de cleşte sau cioc de pasăre, *aviculari* (Fig. 213-B-C). *Chenozooeciile* sunt zooecii tubulare cu rol în consolidarea coloniei, reduse aproape numai la schelet. Atunci când au aspectul unor tuburi zvelte, care leagă zooecile între ele, se numesc *stoloni*. La unele briozoare paleozoice există chenozooecii cu diametru foarte mic; cele prismatice se numesc *mezopori* iar cele cilindrice, *acantopori*.

Briozoarele sunt, în general, hermafrodite. Ouăle incubează în ovicelă (gonozoid) și produc larve ciliate libere care înoată o perioadă după care se fixează, dând naştere unui prim individ (*protecium*) care, prin înmugurire (Fig. 213-D), va forma o nouă colonie.

În stare fosilă primele briozoare se cunosc de la începutul Ordovicianului.

Clasificare. Briozoarele aparțin la trei clase: Stenolemata, Gymnolaemata și Phylactolaemata, din care numai primele două au lăsat fosile (Tab. 7).

Tabelul 7. Clasificarea briozoarelor prezentate în text (Încrengătura Bryozoa)

Clasa	Ordinul	Genul
STENOLAEMATA	Cyclostomata	*Crisia, Stomatopora, Diastopora*
GYMNOLAEMATA	Trepostomata	*Monticulipora*
	Cryptostomata	*Fenestella*
	Cheilostomata	*Membranipora, Schizoporella*
	Ctenostomata	*Rhopalonaria*
PHYLACTOLAEMATA		

Clasa STENOLAEMATA

Cuprinde briozoare exclusiv marine, cu lofofor circular, zooecii calcaroase, tubulare, lungi. Stenolematele se cunosc din Cambrian superior – Actual. Ele sunt clasificate în două ordine: Cyclostomata şi Trepostomata.

Ordinul Cyclostomata

Cuprinde briozoare vechi, primitive, cu zooecii cilindrice sau prismatice, fin perforate. Zoariile au morfologii foarte variate: reptante (*Stomatopora,* Ordovician-Actual), încrustante (*Berenicea,* Ordovician - Actual) sau dendroide (*Spiropora*, Jurasic-Actual). Apertura zooeciei este circulară, fără opercul, rareori poligonală. Deseori există ovicele; avicularii lipsesc.

Stomatopora (Fig. 214-A) (Ordovician - Actual). Este o colonie uniseriată, reptantă, cu ramificaţie dichotomică. Zooeciile sunt de formă tubulară şi dispuse cap la cap. Zoariul este concrescut cu o faţă de substrat.

Berenicea (Fig. 214-B) (Ordovician – Actual). Se caracterizează prin colonii foliacee, subţiri, încrustante, cu zooeciile dezvoltate pe o singură parte. Ovicelele lipsesc.

Spiropora (Fig. 214-C) (Jurasic – Actual). Formează colonii neaderente şi ramificate. Ramurile au aspect cilindric şi poartă zooecii tubulare sudate între ele.

Crisia (Fig. 214-D) (Eocen – Actual). Are colonia formată din segmente articulate şi zooecile situate pe laturi. Numeroase specii se cunosc din Terţiar.

Diastopora (Fig. 214-E) (Jurasic – Actual). Este o colonie foliacee sau în evantai, uneori încrustantă. Zooeciile sunt cilindrice sau prismatice, cu apertura rareori acoperită de un opercul. Se găseşte şi în Paleogenul de la Cluj şi în Sarmaţian.

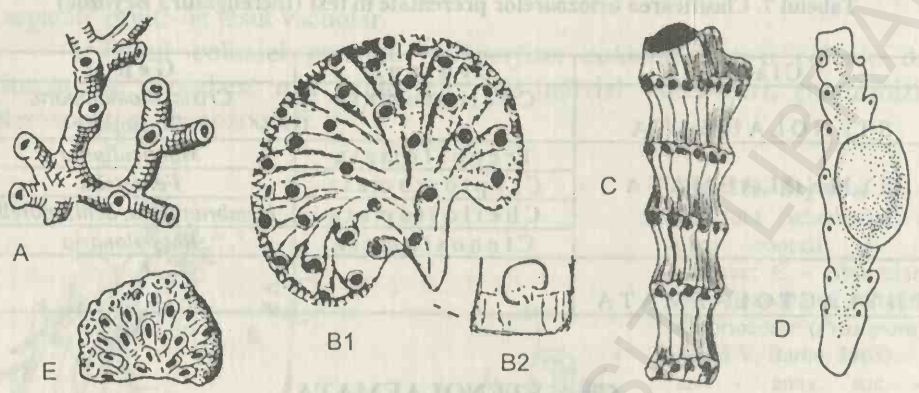


Fig. 214. Cyclostomata. A – *Stomatopora*; B – *Berenicea diluviana*: B1 – aspect general; B2 – zooecie; C – *Spiropora majuscula*; D – *Crisia* (cu o ovicelă); E – *Diastopora* (A, D, E după V. Barbu, 1968; B, C după A. H. Müller, 1981).

Distribuție stratigrafică. Cyclostomatele se cunosc în intervalul Ordovician – Actual, cu dezvoltarea maximă în Cretacic, când participă la alcătuirea de recife. În Terțiar, grupul intră în regres, în Actual fiind reprezentat prin aproape 100 de specii, mai ales în mările nordice.

Ordinul Trepostomata

Coloniile acestor briozoare au aspectul unor mase stratificate sau ramificate și sunt formate din zooecii lungi, tubulare și tabulate cu pereți neperforați. Denumirea ordinului indică schimbarea caracterului tubului zooeciei în timpul ontogenezei (gr. *trepos* – transformare). Zoariul constă din zooecii prismatice lungi, cilindrice, dintre care fiecare are orificiul apertural la capătul său. În interiorul zooeciei există numeroși pereți despărțitori transversali care, în partea mai tânără a zooeciei sunt așezați la distanță mare unul de celălalt iar în partea matură a zooeciei, sunt situați mai aproape unul de celălalt (din acest motiv au fost uneori confundate cu coralii tabulați) (Fig. 205-A). În apropierea suprafeței coloniei se intercalează între zooecii mezopori și acantopori. Coloniile sunt masive sau încrustante, adesea cu proeminențe de zooecii la suprafață ca niște monticuli.

Monticulipora (Fig. 205-B) (Ordovician). Este o colonie masivă, uneori încrustantă sau în formă de evantai, cu monticulii dispuși la distanțe egale. Aperturile sunt poligonale.

Prasopora, colonie ramificată, cu zooecii tubulare, este un gen comun în Ordovician.

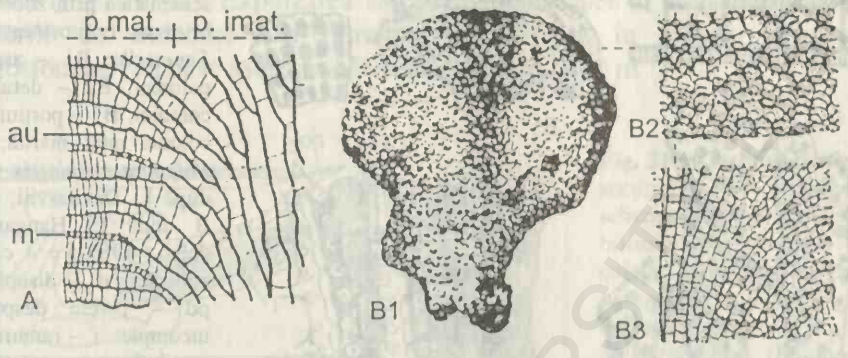


Fig. 215. Trepostomata. A - Secțiune longitudinală printr-o colonie de briozoar trepostomat (*Dekayella*); B – *Monticulipora molesta*: B1 – aspectul general al coloniei; B2 – secțiune tangențială mult mărită; B3 – secțiune transversală mult mărită (A după U. Lehmann, 1964, în E. Hanganu și colab., 1983; B după L. Davitașvili, 1956); au – autozoid; m – mezopor; p. mat – porțiune matură; p. imat. – porțiune imatură.

Distribuție stratigrafică. Briozoarele trepostomate sunt cunoscute din intervalul Ordovician – Permian, cu dezvoltare maximă în Ordovician.

Clasa GYMNOLAEMATA

Cuprinde briozoare aproape exclusiv marine, cu lofofor circular și zooecii calcaroase foarte scurte. Se cunosc din Cambrian superior – Actual. Gymnolematele se clasifică în trei ordine: Cryptostomata, Cheilostomata și Ctenostomata.

Ordinul Cryptostomata

Apertura zooeciei este situată în fundul unui vestibul și obturată de formațiuni calcaroase (gr. *kryptos* – ascuns; *stoma* – gură). Coloniile au aspecte foliacee, de pâlnie, tufoase sau dendroide, cu zooecii scurte, piriforme sau cu aspect prismatic cu patru sau șase laturi (Fig. 216-A). Heterozooizii și gonozooizii lipsesc.

Cryptostomatele au importanță litogenetică întrucât au contribuit la formarea unor calcare recifale.

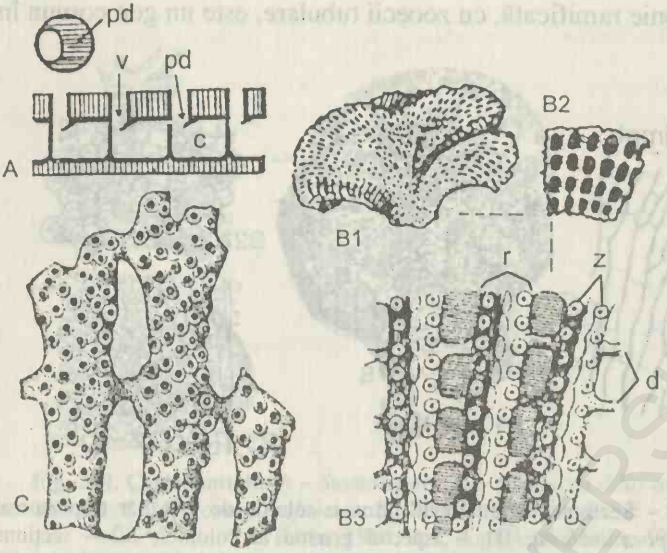


Fig. 216. Cryptostomata. A - secțiune longitudinală schematică prin zooecii de briozoar criptostomat; B – *Fenestella*: B1 – aspectul coloniei; B2 – detaliu al coloniei; B3 – porțiune din colonie mult mărită; C – *Polypora simulatrix* (A, C după L. Davitașvili, 1956; B după E. Hanganu și colab., 1983); c – camera zooeciei; d – disepiment; pd – perete despărțitor incomplet; r – ramură; v – vestibul; z - zooecii.

Fenestella (Fig. 216-B) (Silurian – Permian, Europa), gen foarte răspândit în Carbonifer și Permian, era o formă marină cu colonia reticulată, în formă de pâlnie sau evantai. Zooecile sunt dispuse pe ramuri subțiri ca niște vergele, și unite între ele prin disepimente (punți transversale) ce delimitează spații libere numite *fenestrule*. Fiecare ram prezintă câte două rânduri de orificii (aperturi). Cele două rânduri de zooecii sunt despărțite de o carenă alungită, plată sau cu tuberculi (acantopori). Specia *F. retiformis* este cunoscută din formațiunile recifale ale Permianului.

Polypora (Fig. 216-C) (Silurian – Permian). Este apropiat de genul precedent dar ramurile au mai mult de două rânduri de zooecii și nu există creastă mediană.

Distribuție stratigrafică. Cryptostomatele au trăit în intervalul Silurian – Permian, cu dezvoltarea maximă în Devonian și Carboniferul inferior, când au participat la construcțiile recifale.

Ordinul Cheilostomata

Sunt briozoarele cele mai evoluate și diferențiate, chitinoase sau calcaroase, exclusiv marine. Zooeciile sunt scurte, ovoide, cu apertura mai mică decât diametrul zooeciei. Apertura este prevăzută cu spini și acoperită cu un opercul mobil (gr. *kheilos* – buză). Aranjarea zooeciilor este strânsă, uni- sau pluriseriată (Fig. 217-B, C) iar polimorfismul pronunțat (aviculari, vibraculari și ovicele). Zooeciile sunt ovale, la coloniile cu un singur rând, patrulatere sau

hexagonale, la coloniile cu mai multe rânduri. La cele mai multe genuri, în peretele extern, sub apertură, se găseşte o deschidere (*ascopor*) în legătură cu un sac membranos (*compensator*), cu rol în reglarea presiunii hidrostatice din zooecie (Fig. 217-A). Expulzarea sau pătrunderea apei în compensator permit mişcările de extindere sau retragere a polipului în căsuţă. Briozoarele cheilostomate vieţuiesc astăzi la adâncimi de peste 5000 m.

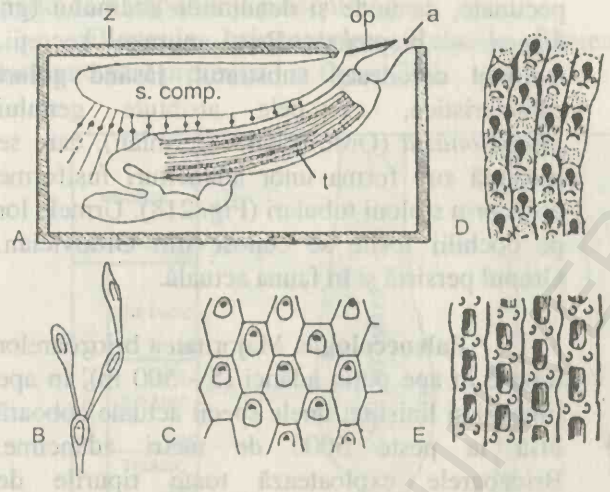


Fig. 217. Cheilostomata. A – secţiune longitudinală schematică printr-o zooecie de briozoar cheilostomat; B – colonie uniseriată; C – colonie pluriseriată; D – *Schizoporella*; E – *Membranipora* (A după R. Shroc et W. K. Twenhofel, 1953, în E. Hanganu şi colab., 1983; B, C după L. Moret, 1940; D, E după V. Barbu, 1968); a – apertură; op – opercul; s. comp. – sac compensator; t – tentacul; z – zooecie.

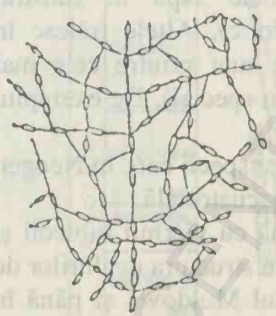


Fig. 218. *Rhopalonaria* (după E. Hanganu şi colab., 1983)

Membranipora (Fig. 217-E) (Miocen – Actual). Este o colonie încrustantă, fără ovicele, formată dintr-un singur strat de zooecii, cu un cadru cu spini peste care este întinsă o membrană. Este frecventă în Terţiar.

Schizoporella (Fig. 217-D) (Eocen – Actual). Este o colonie incrustantă, cu aperturi circulare ce poartă pe marginea inferioară o fantă (*rimula*).

Distribuţie stratigrafică. Cheilostomatele se cunosc de la sfârşitul Jurasicului. Ele înregistrează o dezvoltare rapidă astfel încât, la sfârşitul Cretacicului, depăşesc numeric briozoarele cyclostomate a căror evoluţie a început în Paleozoic. Maximul dezvoltării lor evolutive se înregistrează însă în Actual.

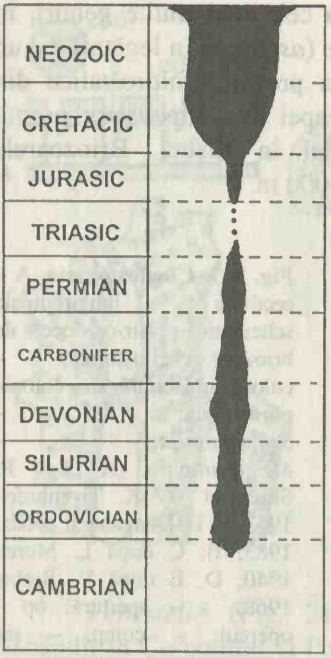


Fig. 219. Distribuția stratigrafică a briozoarelor (bazat pe House, în G. Krumbiegel și H. Walther, 1984).

Ordinul Ctenostomata

Cuprinde briozoare marine care se fixează pe substrate tari prin intermediul unui stolon din care înmuguresc zooecii formate din substanță organică, deseori chitinoasă. Aperturile zooecilor se închid prin opercule pectinate, de unde și denumirea ordinului (gr. *ktenos* – pieptene). Prin anumite secreții, stolonul corodează substratul, lăsând goluri caracteristice, ca cele atribuite genului *Rhopalonaria* (Ordovician - Permian), care se prezintă sub forma unor adâncituri fusiforme unite prin stoloni tubulari (Fig. 218). Urmele lor pe cochilii fosile se cunosc din Ordovician. Grupul persistă și în fauna actuală.

Paleoecologie. Majoritatea briozoarelor trăiesc în ape puțin adânci (5 - 500 m), în ape limpezi și liniștite; unele specii actuale coboară însă la peste 5000 de metri adâncime. Briozoarele exploatează toate tipurile de substrate: roci, cochilii, corali, lemn (rădăcini de mangrove) etc. Unele sapă în substrat calcaros prin secreția de substanțe chimice (acid fosforic). Altele trăiesc în substrat moale. Împreună cu hidrozoarele, briozoarele sunt printre cele mai abundente animale marine *epifite* (fixate pe alge brune în special). De exemplu, *Membranipora* se găsește fixată pe *Sargassum* sau *Fucus*.

Briozoarele nu au dat întotdeauna fosile de facies: specii care în Neogen au trăit în ape reci, se întâlnesc astăzi în zona tropicală și ecuatorială.

Briozoarele, prin acumularea coloniilor împreună cu viermii tubicoli și algele calcaroase, au dat naștere la recife. Ele se găsesc în structura dealurilor de vârstă badeniană și sarmațiană care se întind din Nordul Moldovei și până în Polonia.

La noi în țară se cunosc numeroase briozoare din Triasic (Brașov), Jurasic (Dobrogea), Cretacic, Paleogen (Cluj) și mai ales din Miocenul de la Lăpuș și din Sarmațianul Moldovei.

Distribuția stratigrafică a briozoarelor (Fig. 219). În evoluția lor, briozoarele prezintă două perioade de diferențiere: Ordovician - Permian, când se dezvoltă Cyclostomata, Trepostomata, Cryptostomata și Ctenostomata și intervalul Jurasic - Actual, când se dezvoltă exploziv Cyclostomata, se continuă Ctenostomata și apar și se dezvoltă intens Cheilostomata, acestea din urmă fiind cele mai numeroase și evoluate briozoare actuale. Clasa Phylactolaemata, care cuprinde briozoare actuale dulcicole, lipsite de schelet, constituie o ramură aparte, fără importanță paleontologică.

Filogenia briozoarelor. Relațiile filogenetice dintre ordinele de briozoare sunt prezentate în figura 220.

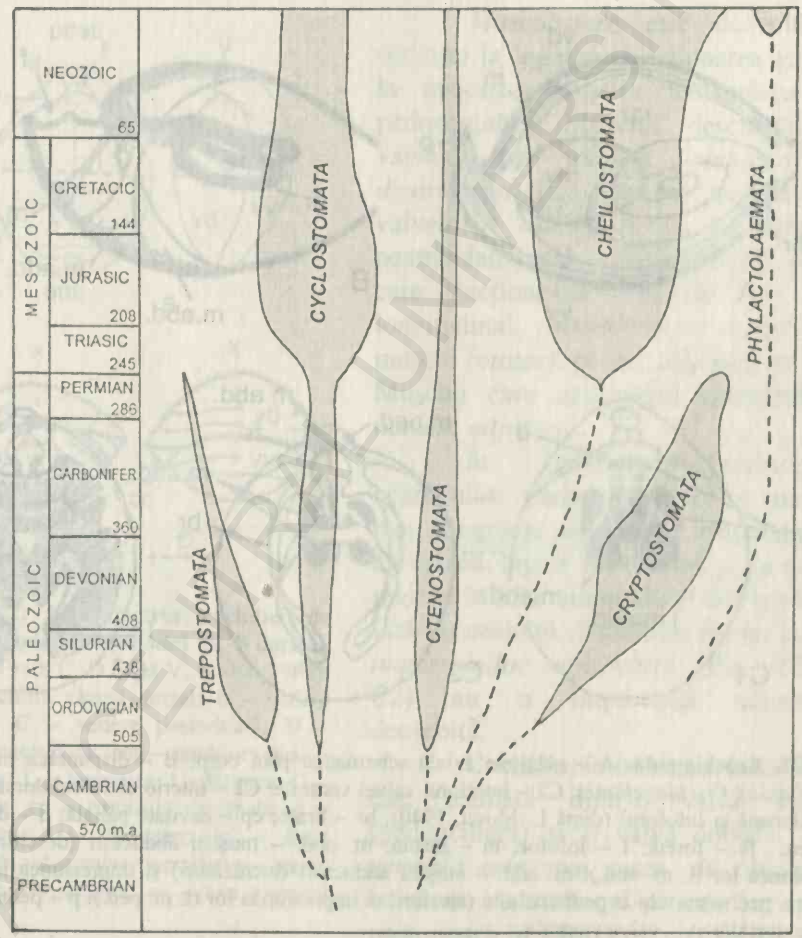


Fig. 220. Filogenia briozoarelor (după E. Buge, simplificată, din J. Piveteau, 1952-1953).

Încrengătura BRACHIOPODA

Brachiopodele sunt *lofoforate* marine, exclusiv *solitare,* prevăzute cu o *cochilie bivalvă* cu valve inegale (Fig. 221-A, B). Toate brachiopodele duc viață marină, bentonică, stând fixate temporar sau permanent pe substrat prin intermediul unui organ musculos numit *peduncul.* În lipsa pedunculului, (care se poate atrofia), brachiopodele se fixează direct de substrat prin cimentarea uneia dintre valve, de obicei valva pedunculară. Corpul prezintă *simetrie bilaterală*, planul de simetrie (sagital) fiind perpendicular pe planul de deschidere al valvelor (planul longitudinal) (Fig. 222).

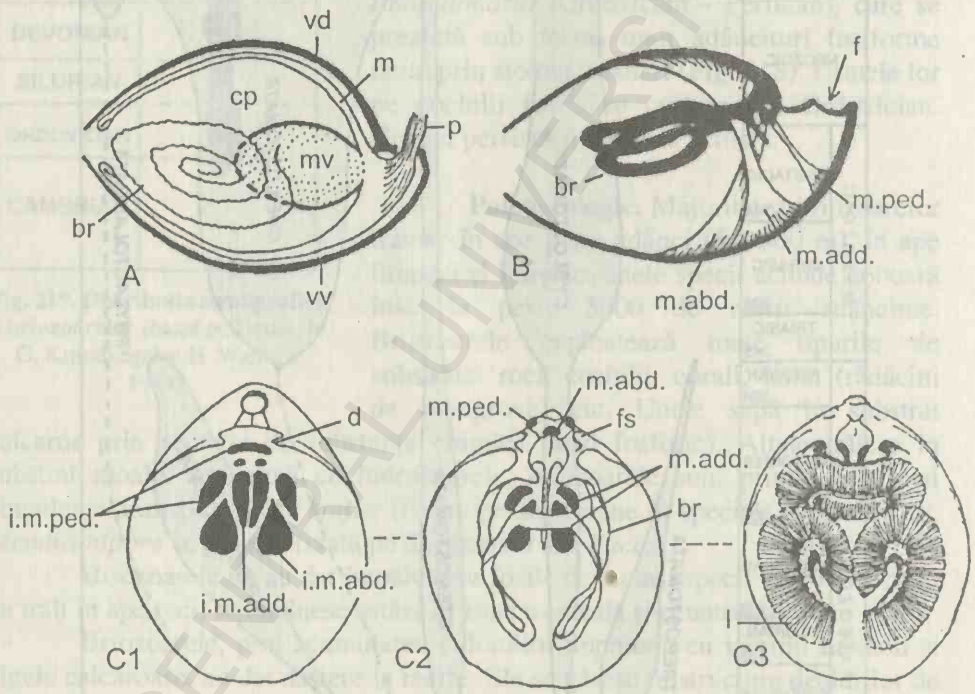


Fig. 221. Brachiopoda. A – secțiune axială schematică prin corp; B – dispunerea mușchilor (*Magellania*); C – *Magellania*: C1 – interiorul valvei ventrale; C2 – interiorul valvei dorsale; C3 – valva dorsală și lofoforul (după L. Moret, 1940); br – braț; cp – cavitate palială; d – dinte; f – foramen; fs – fosetă; l – lofofor; m – manta; m. abd. – mușchi abductori (deschizători) și impresiunea lor (i. m. abd.); m. add. – mușchi adductori (închizători) și impresiunea lor (i. m. add.); m. ped. – mușchi ai pedunculului (ajustori) și impresiunea lor (i. m. ped.); p – peduncul; vd – valva dorsală; vv – valva ventrală.

Masa viscerală ocupă treimea posterioară a spațiului dintre cele două valve și este învelită de două pliuri ale *mantalei,* care căptușesc interiorul valvelor, și delimitează anterior o *cavitate palială* (pentru această asemănare cu organizația de la moluște brachiopodele au fost numite și *Molluscoidea*). În cavitatea palială se deschide orificiul bucal și, când există, orificiul anal; tot aici se află *lofoforul*, dezvoltat sub forma a două prelungiri simetrice, de o parte și de alta a orificiului bucal, alungite sau răsucite în spirală, pe care sunt dezvoltate tentacule (Fig. 221-C3). El servește la respirație și la formarea unui curent de apă care antrenează particulele alimentare spre gură. Lofoforul poate fi susținut de un schelet brachial calcaros numit *brachidium*.

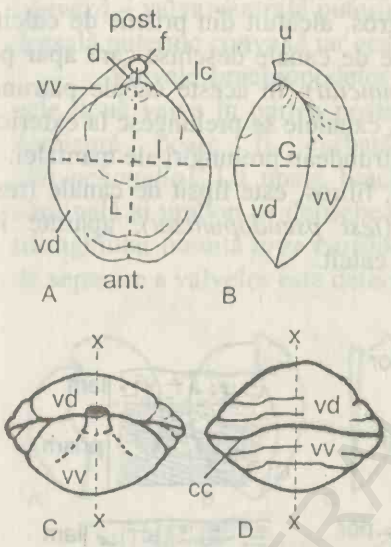


Fig. 222. Morfometria cochiliei de brachiopode (*Terebratula*) (A, B după L. Moret, 1940; C, D după V. Barbu, 1968). A – cochilia văzută dorsal; B – vedere laterală; C – vedere posterioară; D – vedere anterioară; ant – anterior; post – posterior; L – lungimea; l – lățimea; G – grosimea; cc – comisură cardinală; d – deltidium; f – foramen; lc – linia cardinală; vd – valva dorsală; vv – valva ventrală; u – umbon; xx – axa planului sagital.

Musculatura este dezvoltată și servește la legarea și acționarea valvelor, la mișcarea brațelor tentaculare și a pedunculului. Mușchii deschizători ai valvelor se numesc *abductori* sau *divaricatori* iar mușchii închizători ai valvelor – *adductori*. La brachiopodele nearticulate mai există mușchi perechi care acționează valvele în plan longitudinal, *protractori* și *retractori,* și mușchi *rotatori*, pentru mișcările de rotire. Mușchii care acționează pedunculul se numesc *adjustori*.

În general, brachiopodele nearticulate prezintă un aparat muscular mai complicat decât cele articulate, care au valvele legate prin țâțână și nu execută mișcări în sens longitudinal sau lateral una față de cealaltă. Numărul, forma și locul *impresiunilor musculare* (Fig. 221-C1, C2) au o importanță taxonomică deosebită.

Cochilia, întotdeauna inechivalvă, este formată dintr-o valvă ventrală (pedunculară) și o valvă dorsală. *Valva ventrală* este mai mare, de obicei mai bombată, cu umbonul proeminent (partea posterioară în formă de cioc). Sub vârful

umbonului se găseşte (la cele mai multe brachiopode) o perforaţie numită *foramen* (*delthyrium*) prin care trece pedunculul (Fig. 221-B).

Valva dorsală (brachială) este mai mică, cu umbonul mai puţin proeminent.

Compoziţia chimică a cochiliei este cornoasă-fosfatică (la brachiopodele nearticulate) sau calcaroasă (la brachiopodele articulate).

Structura cochiliei (Fig. 223). La Inarticulata, cochilia este formată dintr-un strat extern cornos şi un strat format dintr-o succesiune de lamele de fosfat de calciu şi substanţă organică, traversate de canalicule ramificate. La Articulata, se diferenţiază trei straturi: un strat extern cornos – *periostracum* (care, în general, dispare prin fosilizare); un *strat lamelar*, subţire, format din lame de carbonat de calciu; un *strat intern*, gros, alcătuit din prisme de calcit. Aceste două din urmă straturi pot fi străbătute de canale deschise care apar pe suprafaţa cochiliei ca nişte punctuaţii (*test punctat*). În aceste canale pătrund prelungiri ale mantalei. La unele genuri fosile, canalele se prelungesc la exterior prin spini; se pare că şi în interiorul spinilor pătrundeau prelungiri ale mantalei.

La unele brachiopode, stratul lamelar, fibros, este lipsit de canale (*test impunctat*). Alteori, apar punctuaţii false (*test pseudopunctat*), apărute în procesul fosilizării, prin erodarea prismelor de calcit.

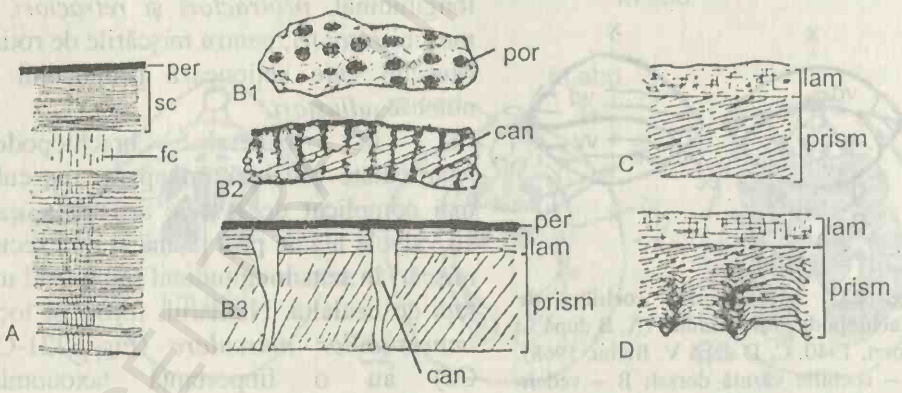


Fig. 223. Structura cochiliei la brachiopode (A după R. C. Moore, 1952, în E. Hanganu şi colab., 1983; B după L. Moret, 1940; C, D după U. Lehmann, 1964, în E. Hanganu şi colab., 1983). A – la Inarticulata; B-D – la Articulata: B – *punctata*: B1 – suprafaţa unui fragment de cochilie; B2 – secţiune în care se observ canalele; B3 – aceeaşi, mult mărită; C – *impunctata*; D – *pseudopunctata*; can – canale; fc – lamele de fosfat de calciu; lam – pătura lamelară; per – periostracum; por – pori; prism – pătura prismatică internă; sc – lamele de substanţă organică cornoasă.

Mărimea cochiliei variază de la câțiva milimetri până la 30 cm (*Gigantoproductus*).

Morfologia cochiliei este variată: ovală (*Terebratula*); circulară (*Obolus*); semicirculară (*Orthis*); triunghiulară (*Rhynchonella*); mai lată decât înaltă (*Spirifer*); neregulată (*Richthofenia*).

După curbura valvelor se deosebesc mai multe tipuri de cochilii (Fig. 224): *biconvexă* – valve egal convexe (*Stringocephalus*); *dorsiconvexă* – valve inegal convexe, valva dorsală cu convexitatea mai mare decât cea ventrală (*Atrypa*); *plan-convexă* – valva dorsală plană, cea pedunculară convexă (*Orthis*); *resupinată* – valvele prezintă inversiunea concavității în timpul dezvoltării, cu concavitatea situată posterior și convexitatea anterior (*Strophomena*); *concav-convexă* – valva ventrală puternic convexă (*Productus*); *convex-concavă* – valva dorsală puternic convexă iar cea ventrală concavă anterior (*Discinisca*).

Valvele brachiopodelor sunt mobile una față de alta. Linia care unește cele două valve în partea posterioară se numește *comisură cardinală*. Această comisură poate fi curbată (*Terebratula*), dreaptă (*Spirifer*), frântă (*Rhynchonella*). La unele brachiopode, mai ales la cele articulate, între linia cardinală și umbon se deosebește o suprafață cu contur mai mult sau mai puțin triunghiular numită *aree cardinală*, a cărei dezvoltare și înclinare față de planul de separare a valvelor este determinată de poziția animalului în timpul vieții.

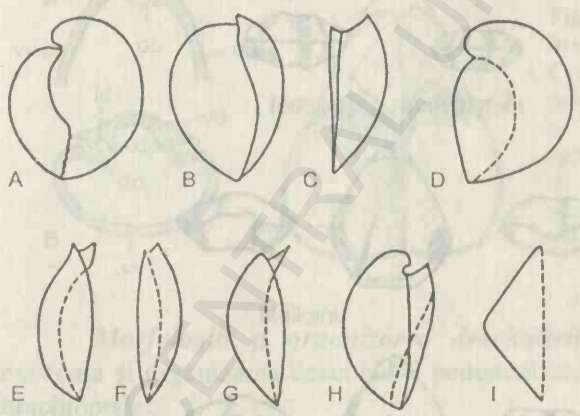


Fig. 224. Forma valvelor de brachiopode în funcție de curbură (după V. Barbu, 1968). A – biconvexă; B – dorsiconvexă; C – planoconvexă; D – concav-convexă; E – resupinată; F – ușor concav- convexă; G – pseudoresupinată; H – convex-concavă; I – convex plană.

La partea anterioară, linia de alipire a valvelor este numită *comisură frontală*. Comisura frontală poate prezenta un *sinus* larg, simplu sau dublu, pentru separarea curenților de apă ce pătrund și ies din cavitatea palială. Conturul valvelor, dintre comisura cardinală și comisura frontală, se numește *comisură laterală*. Forma comisurii frontale are o importanță deosebită în

sistematica brahiopodelor. Principalele tipuri de comisură frontală sunt următoarele (Fig. 225):

- *rectimarginat* – sub forma unei linii continue;
- *ornitelid* – cu două carene laterale puțin dezvoltate și fără sinus (sulcus median);
- *metacarinat* – cu două carene laterale foarte dezvoltate;
- *bilobat* – cu două pliuri și sulcus median;
- *sulcat* – cu sinus median pe valva brahială;
- *uniplicat* – cu sinus median pe valva pedunculară;
- *paraplicat* – derivat din tipul sulcat prin dezvoltarea a două pliuri pe valva brahială;
- *parasulcat* – pe valva brahială prezintă un pliu mărginit de câte un sinus.

Foramenul se găsește, în general, sub umbon; în unele cazuri poate fi situat chiar în mijlocul valvei pedunculare (*Discinisca*).

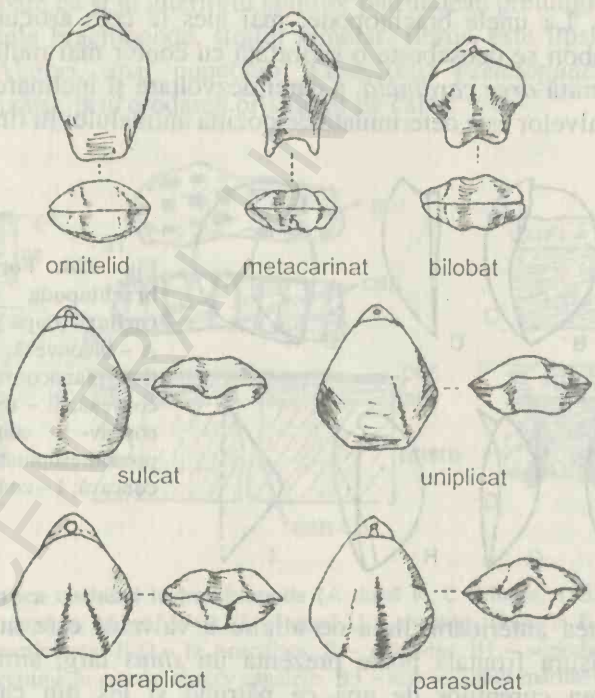


Fig. 225. Brachiopoda. Tipuri de comisuri frontale (după E. Manoliu și M. Orbocea, 1981).

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Ornamentația. Suprafața valvelor, prevăzută întodeauna cu striuri de creștere, fine, concentrice, poate fi netedă sau ornamentată cu striuri, pliuri, coaste simple sau carenate, lamele sau spini. Coastele pot fi bifurcate, grupate în fascicule, întrerupte de șanțuri concentrice (ornamentație reticulată) sau prevăzute cu spini. La multe brachiopode, una din cele două valve prezintă median un șanț, mai mult sau mai puțin dezvoltat, numit *sulcus* căruia pe valva opusă îi corespunde un relief pozitiv numit *cută*.

Aparatul cardinal. La brachiopodele nearticulate (Inarticulata) cele două valve rămân independente, legându-se între ele numai prin mușchi. La brachiopodele articulate (Articulata) valvele se angrenează între ele printr-o *țâțână* sau *aparat cardinal* (gr. *cardo* – țâțână). Acest aparat constă din două proeminențe calcaroase (dinți), dispuse simetric, de o parte și de alta, sub umbonul valvei ventrale și, respectiv, din două fosete sau adâncituri corespondente în valva dorsală (Fig. 221-C). Dinții aparatului cardinal pot fi întăriți de plăci dentare verticale care împart cavitatea de sub umbon în trei părți: una mediană (cavitate deltiriană) și două cavități laterale. Când plăcile dentare înclină spre planul median, unde se pot uni între ele, se formează un *spondylum* – o prelungire ca o spatulă de care se prind unii mușchi (Fig. 226).

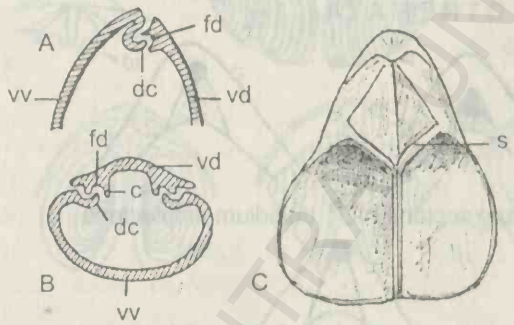


Fig. 226. Articularea valvelor la brachiopode (A, B după V. Barbu, 1968; C după L. Moret, 1940). A – secțiune parasagitală; B – secțiune transversală; C – valva ventrală la *Pentamerus* cu spondylium și septum median.c – crure; dc – dinte cardinal; fd – fosetă dentară; s - spondylium; vd – valva dorsală; vv – valva ventrală.

Morfologia și organizarea deschiderii pedunculare. În funcție de existența și organizarea deschiderii pedunculare, se diferențiază patru grupe de brachiopode:

1. Atremata. Pedunculul trece printre cele două valve formând un jgheab pe mijlocul marginii posterioare al uneia sau ambelor valve, fără să existe un orificiu special (Fig. 227). Această situație este caracteristică brachiopodelor primitive, nearticulate, din Cambrian și Ordovician inferior.

2. Neotremata. Pedunculul trece printr-un orificiu triunghiular situat între vârful valvei ventrale și marginea sa posterioară; acest orificiu se numește *foramen* sau *delthyrium* (Fig. 227). La unele genuri, există și sub umbonul valvei

brachiale un foramen triunghiular – *notothyrium* – caz în care deschiderea pedunculară ia aspect cvadrangular. La formele mai evoluate, acest orificiu poate fi situat în mijlocul valvei ventrale (exemplu *Discinisca*).

Brachiopodele atremate şi neotremate aparţin în întregime clasei Inarticulata.

3. Protremata. La aceste brachiopode, deschiderea pedunculară, respectiv deltiriumul şi nototiriumul, sunt mărginite şi îngustate de o placă specială, secretată de peduncul. Deschiderea, astfel realizată, se numeşte *pseudodeltidium*, respectiv un *pseudochilidium* (de exemplu la brachiopodele articulate *Strophomena*, *Orthis*, *Pentamerus*) (Fig. 227).

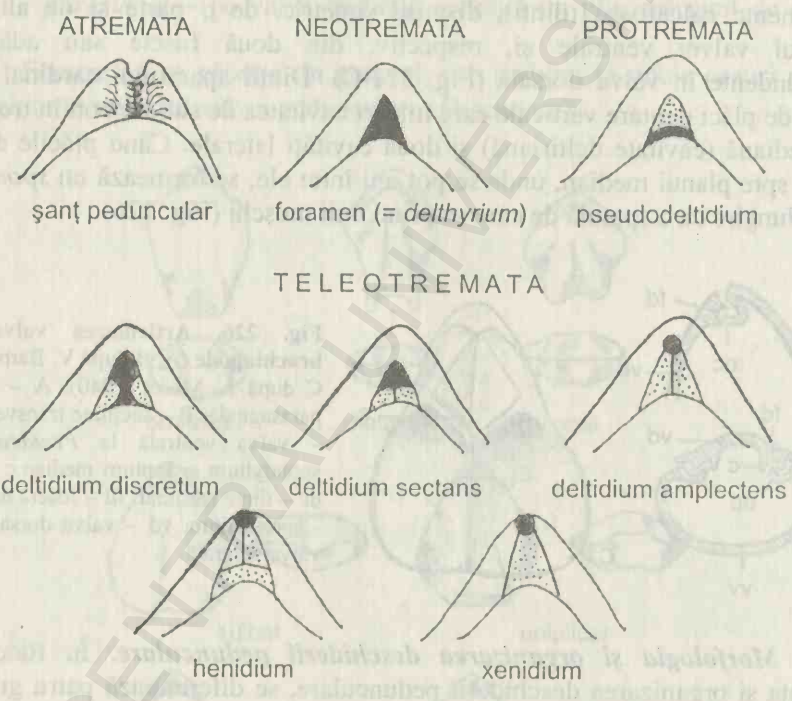


Fig. 227. Brachiopoda. Morfologia deschiderii pedunculare şi tipuri de aparate deltidiale (cu negru este figurat amplasamentul pedunculului iar cu suprafaţă punctată plăcile aparatului deltidial al valvei ventrale) (bazat pe J. Roger, în J. Piveteau, 1953 şi L. Moret, 1940).

4. Teleotremata. În cazul, mai complex dar frecvent, în care deschiderea delthyrială ventrală este îngustată progresiv prin două plăcuţe secretate de manta, se realizează aparatul deltidial propriu-zis. Plăcuţele care obturează

deltiriumul se numesc plăcuțe deltidiale (*deltidium*) iar cele care obturează nototiriumul se numesc plăcuțe chilidiale (*chilidium*). În funcție de dispoziția celor două plăcuțe deltidiale, se deosebesc mai multe tipuri de aparate deltidiale cu importanță pentru sistematică: *discretum*, *sectans* și *amplectens* (Fig. 227).

La unele teleotremate, plăcile chilidiale obturează complet nototiriumul, iar foramenul peduncular este împins spre vârful umbonului valvei pedunculare, fie de o placă nepereche și două plăcuțe strâns unite, structură numită *henidium* (ca la *Stringocephalus*), fie de o placă unică ce acoperă tot foramenul, structură numită *xenidium* (ca la Strophomenidae) (Fig. 227).

Brachiopodele protremate și teleotremate aparțin în totalitate clasei Articulata.

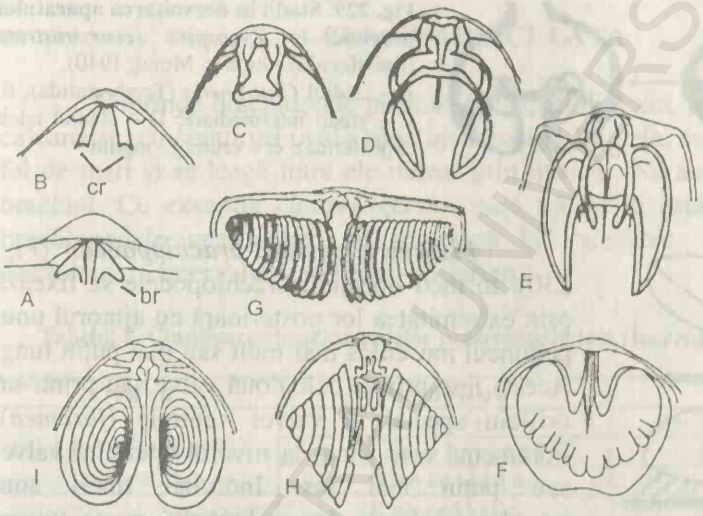


Fig. 228. Tipuri de aparate brachiale (după U. Lehman, 1964, în E. Hanganu și colab., 1983). A – brachiofor; B – ancistropegmat; C – terebratulid; D – terebratelid; E – meganterid; F – stringocefalid; G – spiriferid; H – atirid; I – atripid; C-F – ancilopegmat; G-I – helicopegmat; br – plăci brachiofore; cr – crure.

Aparatul brachial (brachidium). Pentru susținerea brațelor cărnoase ale lofoforului, la majoritatea brachiopodelor articulate s-a dezvoltat un schelet mineral pe valva dorsală, la partea ei posterioară, numit *aparat brachial*. Brachidiumul cel mai simplu, numit *crural* sau *ancistropegmat*, este format fie din două plăcuțe numite *brachiofore*, ca la reprezentanții Ordinului Orthida, fie din două apofize calcaroase scurte, simetrice, cu vârfurile încârligate – *crure* – care pornesc din apropierea șarnierei; crurele pot fi legate între ele printr-un organ numit *jugum* sau se prelungesc printr-o bandă în formă de panglică sau spirală (la Rhynchonellacea). Aparatul brachial se complică, la alte brachiopode, prin prelungirea crurelor. Când acestea se prelungesc printr-o bandeletă continuă în formă de panglică, rezultă un *brachidium ancilopegmat* sau *campilopegmat*. În cazul în care fiecare crură se prelungește separat printr-o bandeletă spiralată

conic, se constituie un *brachidium helicopegmat*. În funcție de complicația și dispunerea bandeletelor calcaroase, se deosebesc mai multe tipuri de aparate brachiale (Fig. 228).

Brachiopodele primitive (Inarticulata) și unele genuri de brachiopode articulate (din Ordinul Strophomenida) sunt lipsite de aparat brachial (*afaneropegmate*). Prin structura, organizarea și dezvoltarea sa ontogenetică, aparatul brachial prezintă o deosebită importanță taxonomică și filogenetică.

Aparatul brachial de la brachiopodele evoluate trece, în dezvoltarea sa ontogenetică, prin stadii organizatorice ce corespund unor stadii evolutive ale brachiopodelor mai puțin evoluate (Fig. 229). În cazul aparatelor brachiale au fost semnalate și asemănări datorate fenomenului de convergență.

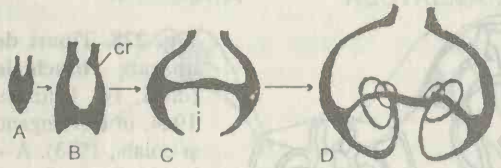


Fig. 229. Stadii în dezvoltarea aparatului brachial la *Zygospira recurvirostrata* (Spiriferida) (după L. Moret, 1940). A – stadiul *Centronella* (Terebratulida); B, C – stadii intermediare; D – stadiul adult (Spiriferida); cr – crure; j - jugum

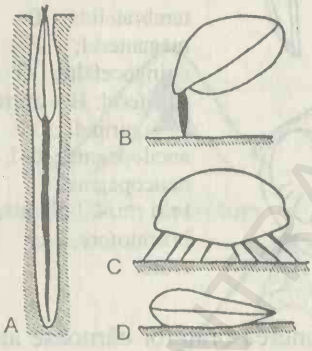


Fig. 230. Modul de fixare la brachiopode (după V. Barbu, 1968). A-B – prin peduncul; C – prin spini; D – prin valvă.

Fixarea și postura brachiopodelor (Fig. 230). În mod obișnuit, brachiopodele se fixează prin extremitatea lor posterioară cu ajutorul unui peduncul musculos mai mult sau mai puțin lung. Acesta iese printre cele două valve sau printr-un orificiu special al valvei ventrale (*foramen*). Foramenul este situat la nivelul apexului valvei sau puțin mai jos. Indivizii tineri sunt întotdeauna fixați dar pedunculul poate uneori dispărea la adulți. La atremate, (*Obolus, Lingulella*) cochilia începe să se alungească (la *Lingula* fiind foarte alungită), proces legat de postura verticală din timpul vieții. La aceste forme, areea cardinală este verticală iar șanțul peduncular care o străbate indică poziția verticală.

La neotremate, cochilia se înclină spre valva ventrală iar areea cardinală tinde să devină perpendiculară pe planul de separare a valvelor. Foramenul poate migra spre centrul valvei ventrale, care devine circulară (exemplu Orbiculoidea), iar pedunculul se scurtează.

La brachiopodele superioare, protremate şi teleotremate, cochilia se înclină invers, spre valva dorsală. La unele forme (*Terebratula*), linia cardinală poate rămâne scurtă şi arcuită iar cochilia tinde să se bombeze, la alte forme linia cardinală devine lungă şi dreaptă iar cochilia devine plată sau concav-convexă (exemplu *Strophomena*).

În alte cazuri, cochilia se poate fixa prin spini (de exemplu la Productidae) sau prin toată suprafaţa valvei ventrale (exemplu *Crania*).

Clasificare. După modul de angrenare a valvelor, brachiopodele se împart în două clase: Inarticulata şi Articulata (Tab. 8). Pentru separarea ordinelor se ţine seama de morfologia şanţului, respectiv foramenului peduncular, tipul de aparat brachial şi dispoziţia muşchilor, structura testului.

Clasa INARTICULATA

Cuprinde brachiopode primitive, cu cochilii mici, cornoase-fosfatice sau calcaroase, cu contururi ovale până la circulare. Valvele, subţiri, sunt aproape la fel de mari şi se leagă între ele numai prin muşchi. Nu au ţâţână şi nici aparat brachial. Cu excepţia câtorva genuri, care trăiesc şi astăzi (*Lingula, Crania*), brachiopodele nearticulate se limitează la Paleozoic, având maximul de dezvoltare în intervalul Cambrian – Silurian.

Tabelul 8. Clasificarea brachiopodelor prezentate în text (Încrengătura Brachiopoda)

Clasa	Ordinul	Genul
INARTICULATA	Lingulida	*Obolus, Lingulella, Lingula*
	Acrotretida	*Discinisca, Crania*
	Obolellida	*Obolella*
ARTICULATA	Rustellida	*Rustella*
	Orthida	*Orthis, Dicoelasia*
	Strophomenida	*Strophomena, Orthotetes, Leptaena, Chonetes, Productus, Gigantoproductus, Richthofenia*
	Pentamerida	*Gypidula, Pentamerus*
	Rhynchonellida	*Rhynchonella, Peregrinella*
	Spiriferida	*Atrypa, Spirifer, Uncites*
	Terebratulida	*Stringocephalus, Terebratula, Lobothyris, Platythyris, Pygope, Zeilleria, Magellania*

Ordinul Lingulida (Atremata)

Cuprinde genuri caracteristice Paleozoicului inferior, la care pedunculul iese printre cele două valve fără să existe un deltirium (atremate). Cochiliile sunt triunghiular-ovate, la exterior prevăzute cu striuri fine de creştere.

Obolus (Fig. 231-A) (Cambrian – Ordovician). Este un brachiopod atremat cu cochilie lenticulară, uşor inechivalvă. Prin acumularea cochiliilor au luat naştere „gresiile cu *Obolus*" din Ordovicianul Scutului Baltic.

Lingulella (Fig. 231-B) (Cambrian – Ordovician inferior). Se caracterizează printr-o cochilie ovală, cu umbonul valvei ventrale alungit şi ascuţit şi aree cu şanţ peduncular.

Lingula (Fig. 231-C) (Ordovician – Actual). Este un brachiopod atremat cu valve subţiri, contur dreptunghiular-alungit. Formele actuale se înfundă în substrat cu ajutorul unui peduncul lung, vermiform. Acest gen s-a menţinut aproape neschimbat până în Actual („fosilă vie").

Ordinul Acrotretida

Cuprinde brachiopode cu cochilii subţiri, mai rar groase, cu contur circular şi neotremate. Se caracterizează prin faptul că, la formele mai puţin evoluate, pedunculul iese printr-un deltirium, situat la marginea valvei ventrale iar la cele evoluate este situat chiar în mijlocul ei.

Acrotreta (Fig. 231-F) (Cambrian - Ordovician). Are cochilia mică, cu valva pedunculară conică, prevăzută cu foramen umbonal, şi valva dorsală aplatizată.

Crania (Fig. 231-G) (Ordovician – Actual). Se caracterizează prin valve trapezoidale groase, calcaroase, cu umbon subcentral. Valva pedunculară este mai mică decât cea brahială şi lipsită de foramen peduncular deoarece pedunculul se atrofiază în stare juvenilă; ea se fixează de substrat prin cimentarea umbonului. În interiorul valvelor impresiunile musculare dau un aspect caracteristic de craniu. Speciile acestui gen au avut două momente de maximă frecvenţă: unul în Ordovician, celălalt în Cretacic.

Discinisca (Fig. 231-H) (Triasic – Actual). Are cochilia circulară iar valva pedunculară prezintă deltirium cu aspectul unei fante alungite. Valvele sunt netede sau cu striuri concentrice, umbon subcentral.

Ordinul Obolellida

Cuprinde puține genuri, cu cochilii relativ mici, biconvexe, oval-alungite, la care jgheabul peduncular se prezintă ca un adevărat canal. Un exemplu este genul *Obolella* (Cambrian inferior – mediu) (Fig. 231-E).

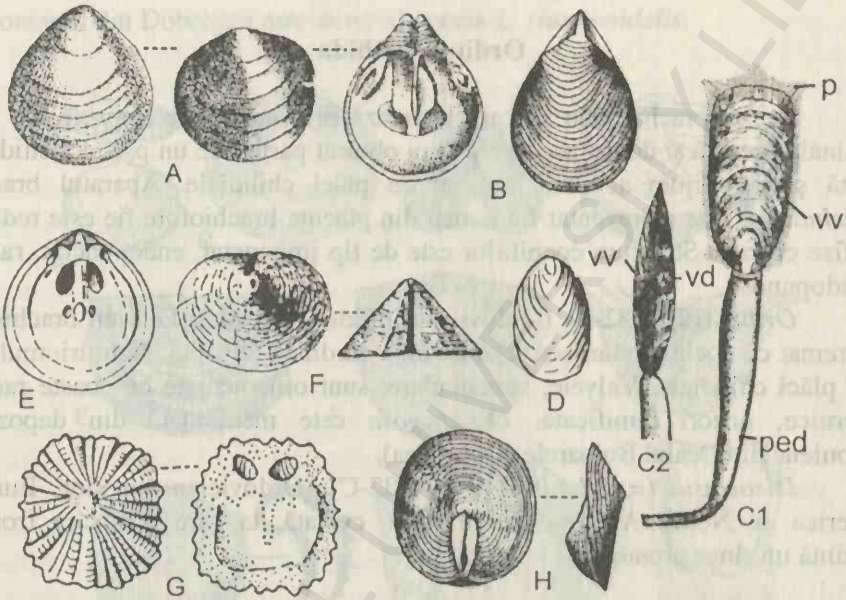


Fig. 231. Inarticulata. Lingulida. A – *Obolus*; B – *Lingulella acutangulata*; C – *Lingula unguis* (Actual): C1 - vedere ventrală; C2 – vedere laterală; D – *Lingula lewisi*; **Obolellida.** E – *Obolella*; **Acrotretida.** F – *Acrotreta*; G – *Crania ignabergensis*; H – *Discinisca lamellosa* (A după V. Bodîlevskii; B, D, G după V. Barbu, 1968; C din V. Radu, 1971; E, F – după E. Hanganu și colab., 1983; H după E. Manoliu și M. Orbocea, 1981); p– peri; ped – peduncul; vd – valva dorsală; vv – valva ventrală.

Clasa ARTICULATA

Cuprinde brachiopode cu cochilii calcaroase, pronunțat inechivalve, prevăzute cu aparat cardinal și aparat brachial. Există o aree cardinală dezvoltată mai ales pe valva pedunculară. Se cunosc din Cambrianul inferior până în Actual, cu dezvoltare maximă în Devonian. Numeroase genuri și specii au valoare biostratigrafică pentru Paleozoic, mai puține pentru Mesozoic și numai câteva pentru Terțiar.

Ordinul Rustellida

Cuprinde cele mai primitive brachiopode articulate, cu dentiția încă puțin individualizată (*paleotremata*) și linia cardinală relativ lungă. Un gen reprezentativ este *Rustella* (Cambrian inferior, America de Nord) care prezintă o cochilie groasă, cu contur aproape circular și pseudodeltidium (Fig. 232-A).

Ordinul Orthida

Aceste brachiopode se caracterizează prin cochilii biconvexe, cu linia cardinală dreaptă și deltirium deschis sau obturat parțial de un pseudodeltidium; există și nototirium acoperit sau nu de plăci chilidiale. Aparatul brachial (*brachidium*) este reprezentat fie numai din plăcuțe brachiofore fie este redus la apofize crurale. Structura cochiliilor este de tip impunctat, endopunctat, rareori pseudopunctat.

Orthis (Fig. 232-B) (Ordovician inferior, Eurasia). Este un brachiopod protremat cu cochilie plan-convexă cu linia cardinală dreaptă. Nototiriumul este fără plăci chilidiale. Valvele, subcirculare, sunt ornamentate cu coaste radiare puternice, uneori ramificate. *O. strigosa* este menționată din depozitele devoniene din Dealul Bujoarele (Dobrogea).

Dicoelasia (= *Bilobites*) (Fig. 232-C) (Ordovician superior, Europa, America de Nord). Are o cochilie mică, costată, la care comisura frontală prezintă un sinus pronunțat.

Ordinul Strophomenida

Cuprinde cochilii convex-concave sau concav-convexe, pseudopunctate, rareori impunctate, cu linia cardinală dreaptă și ornamentate la exterior cu coaste radiare. Majoritatea prezintă pseudodeltidium, uneori și chilidium. Aparatul brachial lipsește (*afaneropegmate*) sau este redus la două plăcuțe brachiofore. Unele se fixează prin peduncul, altele prin valva pedunculară. Au trăit din Ordovician până în Jurasic, dând numeroase specii caracteristice pentru Paleozoic.

Strophomena (Fig. 232-D) (Ordovician mediu – superior). Are cochilia semicirculară, cu linia cardinală dreaptă și lungă. Valva ventrală este convexă iar cea dorsală – concavă. Din acest motiv, valvele sunt apropiate între ele iar cavitatea cochiliei este îngustă. Valvele sunt ornamentate cu coaste radiare fine și dese. Fiecare valvă prezintă o aree cardinală foarte dezvoltată. Delthiriumul este acoperit de delthidium. Strophomenide au fost găsite și în Devonianul din Dobrogea.

Leptaena (Fig. 232-E) (Ordovician – Carbonifer inferior). Are cochilia semicirculară, cu linia cardinală dreaptă, caracterizată printr-un spațiu intern foarte îngust și prin îndoitura geniculată a marginii anterioare a ambelor valve. Valva ventrală are dinți puternici. La exterior, cochilia este ornamentată cu striuri radiare fine peste care se dispun ondulațiuni concentrice rugoase care se opresc la nivelul îndoiturii. Genul a avut frecvența maximă în Devonian. Din Devonianul din Dobrogea este descrisă specia *L. rhomboidalis*.

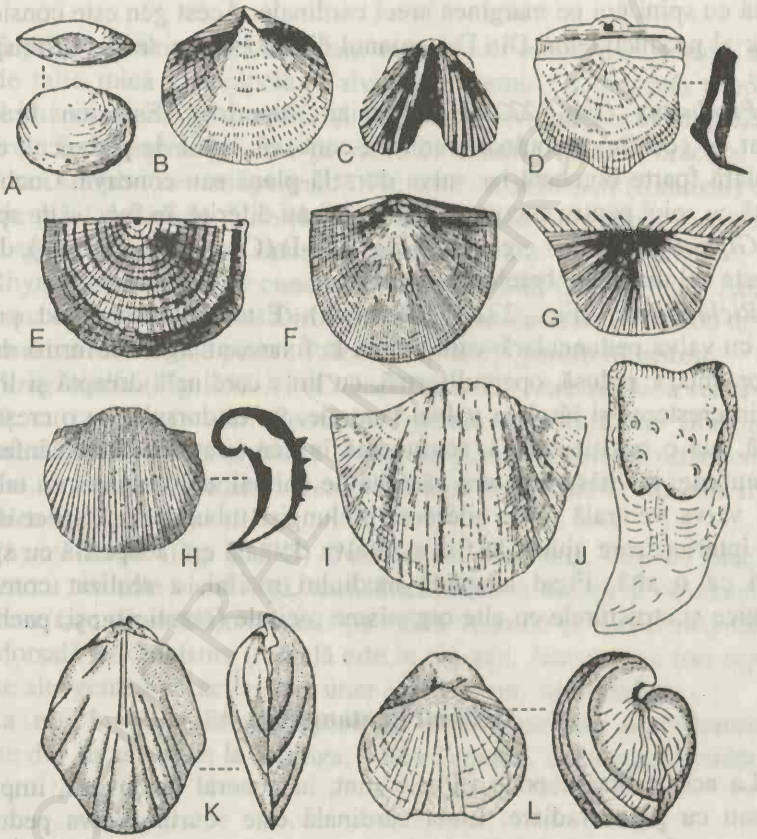


Fig. 232. Articulata. Rustellida. A – *Rustella*; **Orthida.** B – *Orthis striatula*; C – *Dicoelasia*; **Strophomenida.** D – *Strophomena rhomboidalis*; E – *Leptaena rhomboidalis*; F – *Orthothetes umbraculum*; G – *Chonetes*; H – *Productus (Dictyoclostus) semireticulatus*; I – *Productus (Gigantoproductus) giganteus*; J – *Richthofenia lawrenciana*; **Pentamerida.** K – *Pentamerus oblongus*; L – *Gypidula galeata* (A, C după E. Hanganu și colab., 1983; B-H, J-L după V. Barbu, 168; H-stânga după V. Bodîlevskii, 1951; I după E. Saulea, 1967).

Orthotetes (Devonian – Permian). Are cochilia cu contur aproape circular, valva dorsală convexă şi cea pedunculară adesea concavă. Suprafaţa prezintă coaste radiare fine. A avut o mare răspândire geografică. Din Devonianul din Dobrogea este cunoscută specia *O. umbraculum* (Fig. 232-F).

Chonetes (Fig. 232-G) (Silurian mediu – Permian mediu). Are cochilia de talie mică, foarte lată, semicirculară, cu valva ventrală convexă iar cea dorsală puţin concavă. Linia cardinală este lungă şi dreaptă. Ambele valve au aree. Există delthidium. Suprafaţa prezintă slabe dungi radiare. Valva ventrală este prevăzută cu spini goi pe marginea areei cardinale. Acest gen este considerat un precursor al productidelor. Din Devonianul din Dobrogea se cunoaşte specia *C. striatella.*

Productus (Fig. 232-H) (Permian superior). Este un brachiopod protremat cu cochilie globuloasă, convex-concavă, lipsit de peduncul, cu valva pedunculară foarte bombată iar valva dorsală plană sau concavă. Cochilia este prevăzută cu spini pentru ancorare cu dimensiuni diferite, în funcţie de specie.

Gigantoproductus giganteus (Fig. 232-I) (Carbonifer, Europa), de 35 cm lăţime, este cel mai mare brachiopod cunoscut.

Richthofenia (Fig. 232-J) (Permian). Este un brachiopod protremat aberant, cu valva pedunculară, care servea la fixare, alungită în formă de cornet iar cea brachială, redusă, operculiformă, cu linia cardinală dreaptă şi lipsită de dinţi. Prin creşterea şi lărgirea valvei ventrale, valva dorsală, cu o creştere mai încetinită, lua o poziţie oblică, scufundată în cea ventrală. Partea inferioară a valvei ventrale, pe măsură ce era părăsită de animal, era umplută cu tabule. La exterior, valva ventrală purta adeseori prelungiri tubulare cu aspect de spini, goale la interior, care ajutau la fixare. Valva dorsală era acoperită cu spini sau perforată ca o sită. Fiind adaptată mediului recifal, a realizat convergenţe morfologice şi structurale cu alte organisme recifale (corali rugoşi, pachiodonte etc.).

Ordinul Pentamerida

La aceste brachiopode valvele sunt, în general biconvexe, impunctate, netede sau cu pliuri radiare. Linia cardinală este scurtă. Valva pedunculară prezintă un umbon puternic răsucit şi un *spondylium* puternic. Deltiriumul este parţial acoperit de plăci deltidiale. Valva dorsală este prevăzută cu *cruralium* rezultat din unirea septului median cu lamele crurale.

Pentameridele sunt cunoscute din Cambrianul mediu până în Devonianul superior.

Pentamerus (Fig. 232-K) (Silurian – Devonian, Europa, America de Nord). Este un brachiopod protremat cu cochilie biconvexă, oval-alungită şi

netedă, cu spondilium şi cruralium lungi. Valva ventrală, cu umbonul proeminent, este mai bombată decât cea dorsală.

Gypidula (Fig. 232-L) (Silurian – Devonian). Are formă globuloasă şi comisura frontală cu sinus adânc. La exterior este netedă sau ornamentată cu coaste radiare. O fosilă caracteristică pentru Silurian este *G. galeata*, găsită în Europa, Asia, America şi Africa de Nord.

Ordinul Rhynchonellida

Cuprinde brahiopode articulate cu cochilii biconvexe, uneori aproape sferice, de talie mică şi mijlocie. Valvele au contur circular sau triunghiular rotunjit. Linia cardinală este scurtă şi curbată. Valva pedunculară prezintă un sulcus căruia îi corespunde o cută pe valva brachială. Aparatul brachial este de tip crural sau simplu (*ancistropegmat*). Prezintă un *deltirium* (foramen) circular acoperit de plăci deltidiale. Valvele au coaste radiare numeroase şi o comisură frontală dispusă în zig-zag, cu sinus frontal adânc.

Rhynchonellidele sunt cunoscute din intervalul Ordovician – Actual, cu frecvenţă maximă în Mesozoic. Din acest grup sunt descrise circa 600 de specii. Au dat genuri caracteristice pentru Paleozoic şi altele pentru Mesozoic.

Peregrinella (Fig. 233-A) (Cretacic inferior). Are cochilia relativ mare, biconvexă, cu contur circular. Comisura frontală este rectilinie. Brachidiumul este format din crure lungi şi foarte apropiate. La exterior este ornamentată cu coaste dese, puternice. Specia *P. peregrina* este cunoscută la noi din strate de Sinaia (valea Târlungului).

Rhynchonella (Fig. 233-B) (Jurasic), în sens larg, este un brachiopod teleotremat cu cochilie biconvexă, tetraedrică, umbon ascuţit şi ornamentată cu pliuri radiare rare. Prezintă un *sulcus* pe valva ventrală şi cuta corespunzătoare pe valva dorsală iar comisura frontală este în zig-zag. Acest gen a fost separat în numeroase alte genuri, caracteristice unor subdiviziuni stratigrafice.

La noi în ţară, diferite specii de rhynchonellide sunt descrise sau menţionate din Jurasicul de la Strunga, Valea Lupului, Dobrogea, Svinița-Banat etc.

Ordinul Spiriferida

Aceste brachiopode se caracterizează prin cochilie biconvexă impunctată sau endopunctată, şi brachidium helicopegmat, de tip spiriferid, atripid sau atirid. Comisura frontală cu sinus, la majoritatea genurilor. Linia cardinală poate fi scurtă şi arcuită (Atrypacea) sau dreaptă şi alungită (Spiriferacea). Valva ventrală prezintă median un sulcus căruia îi corespunde o cută pe valva dorsală.

Ornamentația constă în coaste radiare. Foramenul este îngust și obturat uneori de plăci deltidiale.

Spiriferidele au realizat frecvența maximă în Devonian.

Atrypa (Fig. 233-C) (Ordovician mediu – Carbonifer inferior). Are o cochilie convexă dorsal, cu coaste radiare numeroase, întretăiate de striuri concentrice. Umbonul este mic și puternic îndoit. Aparatul brachial, helicopegmat, formează conuri spiralate îndreptate cu vârfurile spre mijlocul valvei dorsale iar cu bazele către valva ventrală. Specia *A. reticularis,* frecventă în Silurian, a fost găsită și în forajul de la Nicolina-Iași.

Uncites (Fig. 233-D) (Devonian, Europa). Este un brachiopod teleotremat, cu cochilie aberantă, mare, bombată și alungită. Valva pedunculară prezintă un umbon rostral încovoiat și ridicat mult deasupra umbonului valvei dorsale. Linia cardinală este scurtă, arcuită iar cea frontală continuă. Foarte cunoscută este specia *U. gryphus* din Devonianul mediu.

Spirifer (Fig. 233-E) (Devonian – Permian). Este unul din principalele genuri caracteristice ale acesui ordin. Cochilia este biconvexă, trunghiular-aripată, mai lată decât lungă, impunctată, ornamentată radiar. Valva ventrală prezintă un sulcus striat căruia îi corespunde o cută mediană striată pe valva dorsală. Umbonul valvei pedunculare este ascuțit și arcuit, areea cardinală dezvoltată, foramenul obturat de un *pseudodeltidium.* Aparatul brachial, de tip helicopegmat, are bazele orientate spre centru.

Acest gen a dat multe specii caracteristice pentru Devonian și Carbonifer. Speciile *S. histericus* este menționat în Devonianul din Dealul Bujoarele (Dobrogea) iar *S. tornacensis* din Carboniferul inferior de pe Valea Ideg (Banat).

Ordinul Terebratulida

Aceste brachiopode se caracterizează prin cochilii biconvexe, oval-rotunjite, de tip punctat, netede, mai rar cu o costație radiară fină. Linia cardinală este scurtă și arcuită. Comisura frontală prezintă uneori sinus. Aparatul deltidial este mai mult sau mai puțin dezvoltat iar aparatul brahial este de tip *campilopegmat* (*ancilopegmat*). Nototiriumul și chilidiumul lipsesc.

Terebratulidele se cunosc din Silurianul superior până în Actual. Au cunoscut un prim apogeu evolutiv în Devonian și un altul în Mesozoic. Începând cu Terțiarul, numărul de genuri și specii scade foarte mult. Cea mai mare parte din brachiopodele actuale aparține însă terebratulidelor.

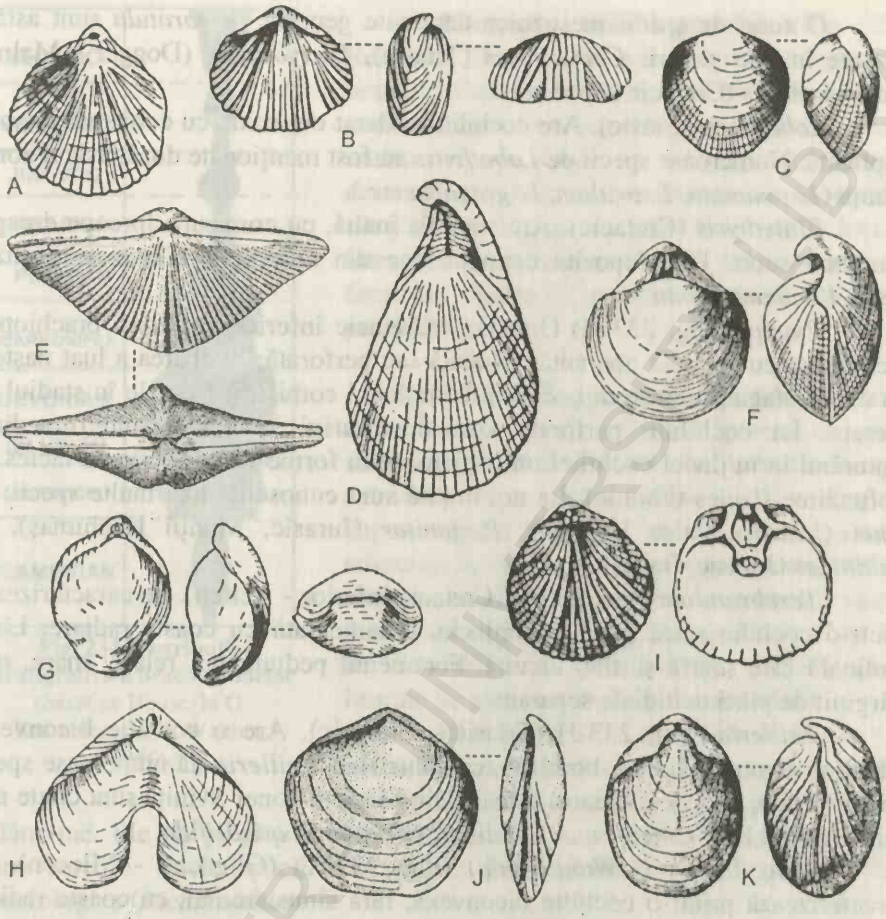


Fig. 233. Articulata. Rhynchonellida. A – *Peregrinella peregrina*; B – *Rhynchonella*; **Spiriferida.** C – *Atrypa reticularis*; D – *Uncites gryphus*; E – *Spirifer (Cyrtospirifer) sulcifer*; **Terebratulida.** F – *Stringocephalus burtini*; G – *Terebratula hilarionis*; H – *Pygope janitor*; I – *Terebratulina*; J – *Zeilleria (= Cincta) numismalis*; K – *Magellania flavescens* (Actual) (A-D, F-stânga- J – V. Barbu, 1968; E după V. Bodîlevskii, 1951; F-dreapta-I după E. Hanganu şi colab., 1983; K după V. Radu, 1971).

Terebratula (Fig. 233-G) (Terţiar). În accepţiunea actuală acest gen cuprinde numai specii terţiare caracterizate prin cochilii biconvexe, oval-rotunjite, punctate şi netede. Linia cardinală este curbă, foramenul mare şi umbonul dezvoltat. Comisura frontală prezintă un sinus evident. Din Eocenul de la Albeşti se cunoaşte specia *T. hilarionis*.

O serie de specii mesozoice denumite generic *Terebratula* sunt astăzi separate în alte genuri: *Coenothyris* (Triasic), *Dictyothyris* (Dogger - Malm), *Chatwinothyris* (Cretacic superior) etc.

Lobothyris (Liasic). Are cochilia moderat convexă, cu comisură simplă, uniplicată. Numeroase specii de *Lobothyris* au fost menţionate din Liasicul zonei Svinița (*L. punctata, L. ovulum, L. gregaria* etc.).

Platythyris (Cretacic). Are cochilia înaltă, cu comisura aproape dreaptă şi umbon scurt. Din depozite cenomaniene din apropierea Devei este citată specia *P. mountoniana*

Pygope (Fig. 233-H) (Jurasic – Cretacic inferior). Este un brachiopod teleotremat cu cochilia aberantă, bilobată sau perforată; bilobarea a luat naştere din cauza stagnării creşterii cochiliei la mijlocul comisurii frontale în stadiul de tinereţe. La cochiliile perforate cele două aripi s-au unit antero-median, conturând în mijlocul cochiliei un orificiu. Erau forme care au trăit în facies de profunzime (facies tithonic). La noi în țară sunt cunoscute mai multe specii: *P. bouei* (Jurasic, Valea Lupului), *P. janitor* (Jurasic, Munții Hăghimaş), *P. diphioides* (Jurasic, Banat).

Terebratulina (Fig. 233-I) (Cretacic inferior - Actual). Se caracterizează printr-o cochilie mică până la mijlocie, ornamentată cu coaste radiare. Linia cardinală este scurtă şi slab arcuită. Foramenul peduncular, relativ mare, este mărginit de plăci deltidiale separate.

Zeilleria (Fig. 233-J) (Triasic - Cretacic). Are o cochilie biconvexă, pentagonal-rotunjită, uşor bombată, cu sinus slab. *Zeilleria* dă numeroase specii caracteristice, în special pentru Liasic. Din Liasicul zonei Svinița sunt citate mai multe specii: *Z.(= Cincta) numismalis, Z. cornuta, Z. quadrifida.*

Magellania (= Waldheimia) (Fig. 233-K) (Oligocen - Miocen). Se caracterizează printr-o cochilie biconvexă, fără sinus frontal, cu coaste radiare spre margini.

Distribuție stratigrafică (Fig. 234). Apărute în Proterozoicul superior, brachiopodele înregistrează cea mai mare dezvoltare în Paleozoic, când au participat masiv în asociațiile recifale alături de corali şi stromatoporoidee. În Mesozoic, numărul speciilor scade considerabil pentru ca, la sfârşitul Cretacicului, să înceapă să crească până în prezent. Pentru Paleozoic, valoare stratigrafică au spiriferidele, strophomenidele şi productidele iar pentru Mesozoic – rhynchonelidele şi terebratulidele. În fauna actuală, cea mai mare parte din brachiopode este reprezentată de terebratulide.

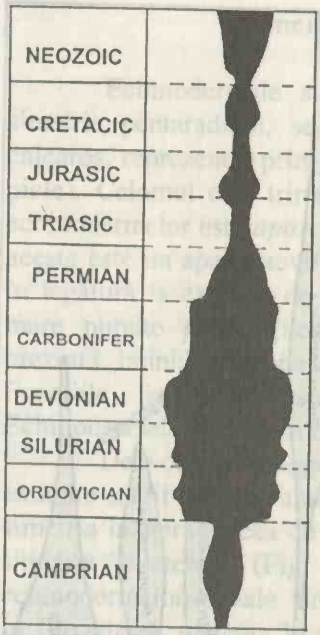


Fig. 234. Distribuția stratigrafică a brachiopodelor (bazat pe House, în G. Krumbiegel și H. Walther, 1984).

Filogenia brachiopodelor (Fig. 235). Relațiile filogenetice ale diferitelor grupe de brachiopode sunt încă dificil de precizat din cauza numeroaselor convergențe morfologice la nivelul multor taxoni. Ceea ce se poate constata cu certitudine este că, atât brahiopodele nearticulate cât și cele articulate, apar net diferențiate încă din intervalul Cambrian inferior - Silurian superior, fapt care sugerează originea lor mult mai veche, precambriană.

Paleoecologie. Brachiopodele, actuale și fosile, sunt animale marine, în general de apă cu salinitate normală. Ele nu s-au adaptat la apele salmastre sau dulci (doar unele lingulide supraviețuiesc temporar în condiții de salinitate scăzută). În mările actuale, brachiopodele trăiesc, mai ales în zonele stâncoase, de la țărm și până la 200 m adâncime, rareori atingând adâncimi mari de 5 – 6000 m. Inarticulatele preferă zonele litorale iar articulatele zonele mai adânci.

Brahiopodele au dat fosile de facies. Cele cu cochilia ornamentată trăiesc în zona litorală iar cele cu cochilia netedă și subțire trăiesc la adâncime. Ele nu se găsesc în șisturi negre ceea ce înseamnă că preferau ape bine aerisite. Unele specii s-au adaptat la viața recifală suferind modificări morfologice (*Richthofenia*).

În Paleozoic mediul cel mai favorabil pentru brachiopode a fost cel recifal, în care acestea au atins cea mai mare diversitate în genuri și specii.

În Mesozoic faciesul recifal rămâne caracteristic brachiopodelor dar, din Cretacicul superior, brachiopodele părăsesc mediul de mică adâncime (recifal) și pătrund la adâncimi tot mai mari.

Formele nearticulate actuale (*Lingula*, *Discinisca*) duc viață litorală, nedepășind adâncimea de 50 m. Brachiopodele articulate actuale (rinchonellide și terebratulide) trăiesc în toate mările și oceanele, mai ales în ape reci și profunde; speciile litorale și de ape calde sunt în prezent mai puține. În Actual brachiopodele se întâlnesc din zona litorală până în cea abisală, majoritatea trăind până la 400 m adâncime.

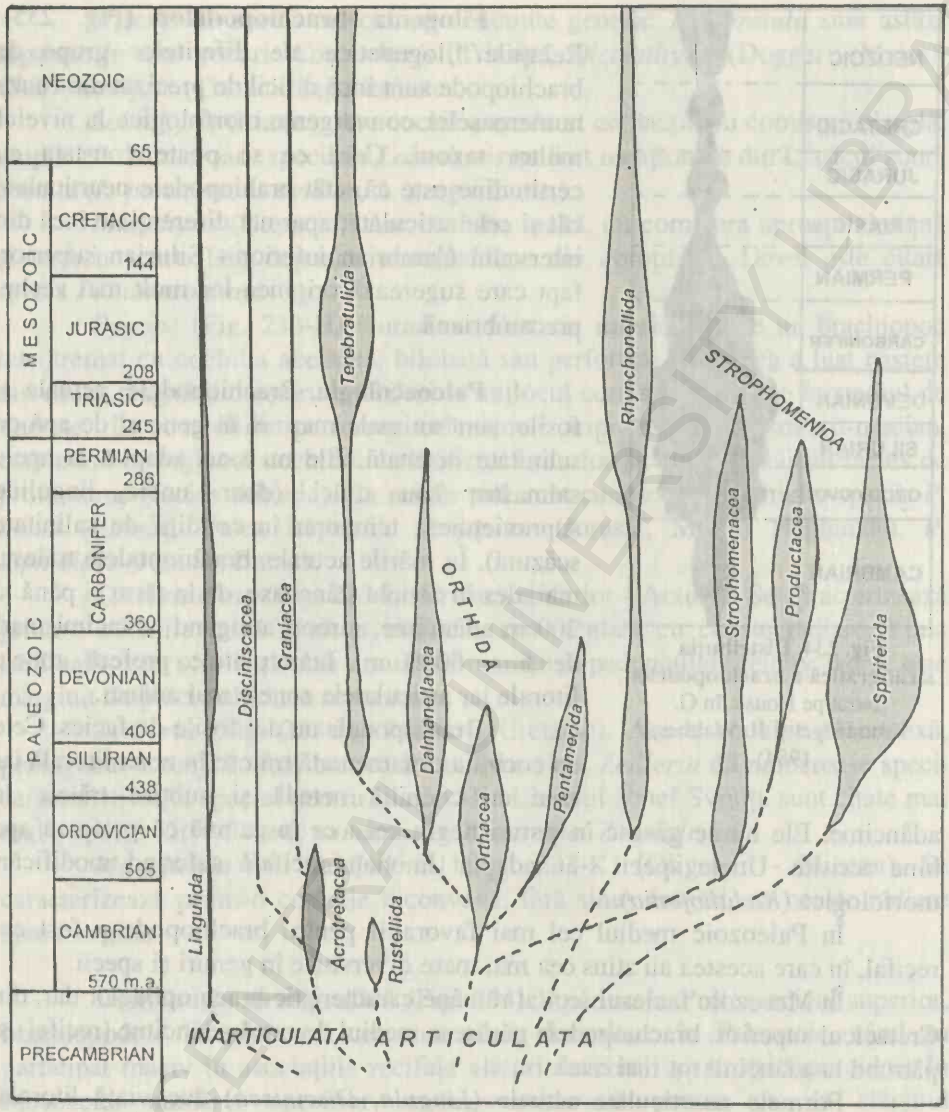


Fig. 235. Filogenia brachiopodelor (după R. C. Moore, 1952, în E. Hanganu şi colab., 1983).

BCU IAŞI BIBLIOTECA CENTRALĂ UNIVERSITARĂ

Încrengătura ECHINODERMATA

Echinodermele sunt celomate exclusiv marine, deuterostomiene, cu simetrie pentaradiară, secundar bilaterală, prevăzute cu un schelet dermic, calcaros, reprezentat prin plăci ce pot purta spini. (gr. *ekhinos* – arici; *derma* – piele). Celomul este trimer şi se formează pe cale enterocelică. Caracteristic echinodermelor este *aparatul ambulacrar* care are rol în locomoţie şi respiraţie; acesta este un aparat acvifer, format dintr-un sistem de canale interne care sunt în legătură la exterior cu nişte prelungiri digitiforme în care pătrunde apa de mare numite *podii* (picioare ambulacrare) (Fig. 236). Unele echinoderme prezintă branhii, organe specifice respiraţiei. Tubul digestiv este complet. Funcţiile de relaţie sunt slab dezvoltate din cauza sedentarismului. Echinodermele se reproduc sexuat.

Dezvoltarea ontogenetică se face prin metamorfoză, fiecare grup având anumite stadii larvare caracteristice. Primul stadiu larvar – *dipleurula* – prezintă simetrie bilaterală ceea ce dovedeşte că echinodermele provin din celomate cu simetrie bilaterală (Fig. 292). Apariţia simetriei radiare în ontogeneza echinodermelor actuale are loc după ce larva dipleurulă se fixează de substrat. În filogeneză, trecerea la simetria pentaradiară s-a realizat printr-un stadiu de asimetrie (reducerea celomului în partea dreaptă anterioară) în procesul de adaptare la viaţa sedentară.

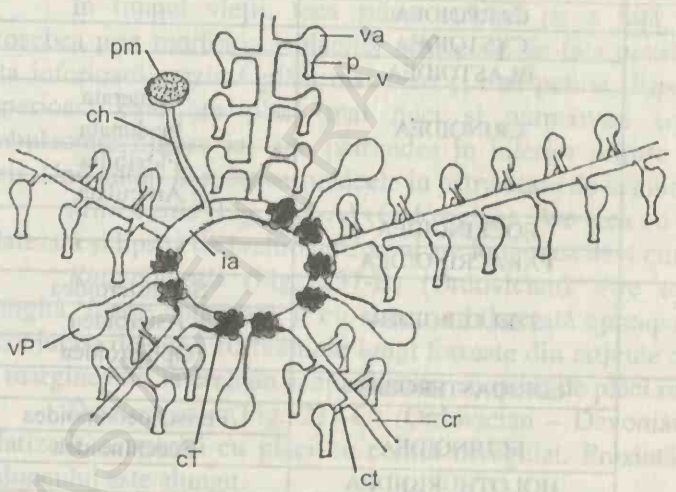


Fig. 236. Aparatul ambulacrar la steaua de mare (schemă) (după R. D. Barnes, 1980, modificat).
ch – canal hidrofor; cr – canal radiar; ct – canal transvers; cT – corp Tiedemann; ia – inel ambulacrar periesofagian; p – podiu (picior ambulacrar); pm – placa madreporică; v – ventuză; va – veziculă ambulacrară; vP – veziculă Poli.

Scheletul calcaros constituie, prin morfologia şi organizarea lui, o trăsătură importantă a echinodermelor. El se formează în mezoderm, care secretă spiculi tetraedrici constituiţi din carbonat de calciu şi magneziu şi care, prin

fuzionare, dau naştere unor plăci poligonale cu structură reticulară, poroasă. Scheletul echinodermelor este de tip intern deoarece el este acoperit de un ţesut moale, viu, epidermic. Scheletul are aspecte variate la diferitele grupe de echinoderme. La unele grupe de echinoderme pe suprafaţa plăcilor se dezvoltă numeroşi ţepi (sau spini) rigizi (= *paxile*), mobili (= *radiole*) sau ţepi modificaţi în cleşti (= *pedicelarii*).

Prezenţa scheletului calcaros a permis o mai bună fosilizare a echinodermelor şi formarea, prin acumulare, a unor roci calcaroase.

Echinodermele sunt organisme bentonice, puţine pelagice, libere sau fixate, majoritatea stenohaline. În stare fosilă se cunosc începând din Cambrian dar originea lor este sigur mai veche. În trecut (în special în Paleozoic) au cunoscut o dezvoltare mult mai mare decât în prezent.

Clasificare. O clasificare bazată pe modul de viaţă al grupelor actuale, împarte echinodermele în 2 subîncrengături: Pelmatozoa, care include formele fixate, şi Eleuterozoa, care cuprinde formele libere. Avându-se în vedere mulţimea şi diversitatea formelor fosile, echinodermele sunt grupate în următoarele patru subîncrengături: Homalozoa, Crinozoa, Asterozoa şi Echinozoa (Tab. 9).

Tabelul 9. Clasificarea principalelor grupe de echinoderme prezentate în text (Încrengătura Echinodermata)

Subîncrengătura	Clasa	Subclasa
HOMALOZOA	CARPOIDEA	
CRINOZOA	CYSTOIDEA	
	BLASTOIDEA	
	CRINOIDEA	Camerata
		Inadunata
		Flexibilia
		Articulata
	EOCRINOIDEA	
	PARACRINOIDEA	
ASTEROZOA	STELLEROIDEA	Somasteroidea
		Asteroidea
		Ophiuroidea
ECHINOZOA	EDRIOASTEROIDEA	
	ECHINOIDEA	Perischoechinoidea
		Euechinoidea
	HOLOTHURIOIDEA	
	HELICOPLACOIDEA	
	OPHIOCISTIOIDEA	

Subîncrengătura HOMALOZOA

Cuprinde echinoderme primitive grupate într-o singură clasă – Carpoidea.

Clasa CARPOIDEA

Carpoideele sunt echinoderme vechi, din Paleozoicul inferior, cu corpul asimetric sau cu simetrie bilaterală, fără vreun indiciu de simetrie radiară. Corpul este format dintr-o parte centrală numită *tecă* sau *caliciu* (gr. *karpos* – fruct; *eidos* – formă) care este prelungită posterior printr-un pedunculrelativ scurt.

Teca este turtită lateral după un plan al simetriei bilaterale (uneori asimetrică) ce cuprinde orificiul bucal, orificiul anal şi punctul de inserţie al pedunculului. Teca poate prezenta sau nu anterior una sau mai multe brahiole. Plăcile care acoperă teca au forme, dimensiuni şi dispoziţie caracteristice unor tipuri structurale. La nivelul tecii se deschideau orificiile – bucal, anterior – şi anal, posterior, în apropierea pedunculului. Brahiola prezenta un şanţ alimentar median care ajungea în dreptul gurii.

Pedunculul este mai mult sau mai puţin alungit şi subţiat progresiv spre vârf; la unele forme pedunculul lipseşte. Plăcile pedunculare se dispun pe două rânduri alterne. Pedunculul nu avea rol de fixare solidă ci de înfundare în mâl sau de înfăşurare în jurul unor alge.

În timpul vieţii, teca stătea culcată pe o faţă (inferioară), care se deosebea prin morfologia plăcilor scheletice de faţa opusă (superioară). Astfel faţa inferioară prezintă plăci mai mari şi mai puţine (*hypocentralia*) decât cea superioară care are plăci mai mici şi numeroase (*epicentralia*). Zonele ambulacrare lipsesc iar apa pătrundea în interior printre plăcile nesudate ale tecii. Unii autori despart carpoideele în patru clase de echinoderme.

Mitrocystis (Fig. 237-A) (Ordovician). Are teca cu simetrie aproximativ bilaterală şi lipsită de brahiole. Corpul are lungimea de 4 cm.

Rhipidocystis (Fig. 237-B) (Ordovician). Are teca de formă oval-alungită, foarte aplatizată şi cu simetrie bilaterală aproape perfectă. Gura este înconjurată de circa 10 brahiole lungi formate din articule cilindrice care poartă pe marginea lor internă un şanţ alimentar acoperit de plăci mici.

Dendrocystis (Fig. 237-C) (Ordovician – Devonian inferior). Are teca aplatizată, acoperită cu plăci cu contur neregulat. Prezintă o singură brahiolă. Pedunculul este alungit.

Distribuţie stratigrafică. Carpoideele sunt cunoscute din Cambrian până în Devonianul inferior şi au cunoscut momente de apogeu în Cambrian şi Silurian. Au dispărut fără a lăsa urmaşi.

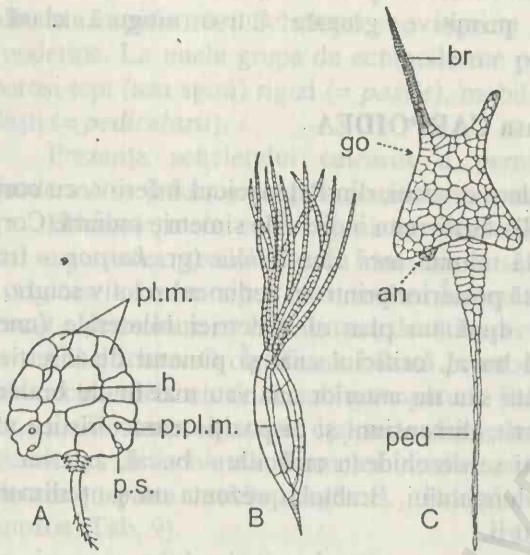


Fig. 237. Carpoidea. A – *Mitrocystis* (fața inferioară); B – *Rhipidocystis* (reconstituire); C – *Dendrocystis* (după J. Piveteau, 1953); an – anus; br – brahiolă; go – locul gonoporului și al porului acvifer; h – placă hipocentrală; ped – peduncul; pl. m. – plăci marginale care acopereau probabil gura; p. pl. m. – porul plăcii marginale; p. s. – por sutural.

Subîncrengătura CRINOZOA

Sunt echinoderme fixate printr-un peduncul, mai mult sau mai puțin dezvoltat. Teca este prevăzută fie cu brațe, fie cu brahiole. *Brațele*, întâlnite la crinoidee și paracrinoidee, sunt prelungiri ale tecii în dreptul zonelor ambulacrare, relativ groase, simple sau ramificate. *Brahiolele* sunt prelungiri subțiri prezente la cystoidee, blastoidee și eocrinoidee, dispuse în număr variabil la nivelul zonelor ambulacrare. Atât brațele cât și brahiolele reprezintă o adaptare la necesitatea creșterii suprafeței de colectare a hranei, constituită din microorganisme.

Majoritatea formelor, și cele mai importante, sunt incluse în clasele: Cystoidea, Blastoidea și Crinoidea. Câteva forme au fost incluse în clasele: Eocrinoidea, Paracrinoidea și Edrioblastoidea.

Clasa CYSTOIDEA

Cuprinde echinoderme exclusiv paleozoice, fixate, microfage, cu corpul alcătuit din trei părți: *teacă*, *brahiole* și *peduncul*. Simetria este radiară sau cu elemente de bilateralitate. Se cunosc din intervalul Cambrian – Devonian superior (circa 150 milioane ani).

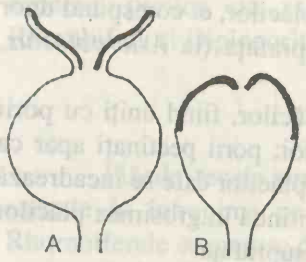


Fig. 238. Dispoziția șanțurilor alimentare (linii negre groase) la teca de cistoidee. (după L. Davitașvili, 1956). A – pe brahiole (la Rhombifera); B – pe tecă (la Diploporita).

Teca (caliciul) poate fi, de cele mai multe ori, sferică sau piriformă (gr. *cystos* – vezică; *eidos* – în formă de), mai rar aplatizată lateral, putând ajunge la înălțimea de 40 cm. Teca cistoideelor prezintă patru orificii principale: *orificiul bucal*, care definește polul oral, *orificiul anal*, care ocupă poziții diferite pe tecă și este protejat de un opercul constituit din cinci plăci triunghiulare, un *gonopor* (orificiu genital) și un *hidropor* (orificiul sistemului acvifer). Cele cinci zone ambulacrare sunt dispuse radiar și se desfășoară spre exterior și în jos în grade diferite pe suprafața tecii, la unele specii chiar până la polul aboral. Hrana era condusă spre gură prin șanțurile nutritive (alimentare) care erau dispuse pe tecă sau pe brahiole (Fig. 238).

Scheletul, situat sub epidermă la organismul viu, este format din numeroase plăci (13 până la 2000) cu forme și dimensiuni diferite, prevăzute cu pori ambulacrari dispuși în mod variat. Plăcile nu erau dispuse în șiruri. Deși la multe cistoidee există o anumită constanță în dispunerea plăcilor, testul nu are însă o simetrie radiară atât de evidentă ca în cazul blastoideelor și crinoideelor. Plăcile mari, hexagonale, sunt dispuse, de jos în sus, în cicluri alterne de câte cinci plăci definite ca: bazale, infralaterale, mediolaterale, radiolaterale și orale.

Structura testului. Tegumentul cuprinde trei straturi (Fig. 238):

1. *epiteca* (sau *epistereom*) - un strat superficial subțire, cu suprafața netedă sau sculptată;

2. *stereoteca* (sau *mezostereom*) – un strat gros alcătuit dintr-o rețea calcaroasă și o stromă organică dispusă în cordoane. Stroma organică este distrusă prin fosilizare și în locul ei se formează pseudocanale sinuoase, anastomozate, umplute cu substanță minerală.

3. *endoteca* (*hipostereomul*) – un strat intern, foarte subțire, rareori calcificat, care constituie învelișul celomic.

După modul cum canalele tecale se deschid la exterior s-au identificat trei tipuri de pori.

- *haplopori* – foarte fini și dispuși în mod neregulat pe plăci; canalele se dispun, în general, perpendicular pe suprafața tecii și se deschid la exterior prin pori izolați sau reuniți, câte doi sau trei, prin canale orizontale superficiale (ca la *Aristocystis* și *Megacystis*) (Fig. 238-B1).

- *pori conjugați (diplopori)* – pori mai mari, mai puțin numeroși, dispuși câte doi în fundul unor scobituri (fosete); în grosimea plăcilor, ei corespund unor canale verticale, legate printr-un canal paralel cu suprafața (la *Asteroblastus*, *Proteroblastus*) (Fig. 238-B2).

- *pori pectinați* – pori dispuși pe marginile plăcilor, fiind uniți cu porii alăturați și corespunzători ai plăcii vecine, doi câte doi; porii pectinați apar ca niște striuri paralele, dispuse perpendicular pe suturile plăcilor care se încadrează într-un romb pe fiecare sutură (Fig. 238-B3). Ei se continuă în grosimea plăcilor prin canale verticale unite prin alte canale, paralele cu suprafața.

La formele primitive, canalele haploporice sau diploporice se pare că erau umplute cu o stromă permeabilă. La formele diploporice evoluate, canalele aveau rol în circulația efectivă a lichidului celomic, servind la respirație și la eliminarea fagocitelor încărcate cu produse de excreție. Porii făceau probabil parte dintr-un sistem de schimb gazos dintre lichidul celomic și apa de mare.

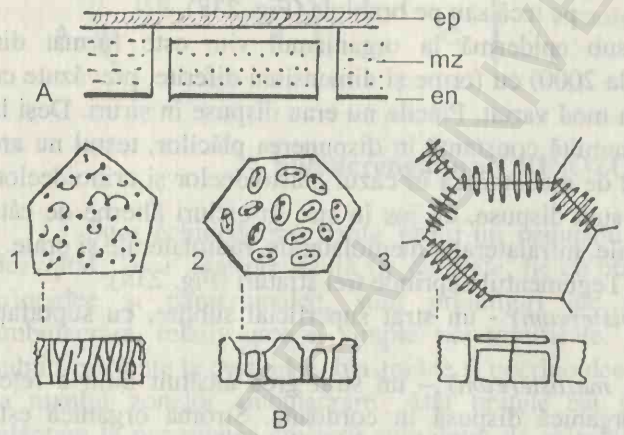


Fig. 239. Strucura plăcilor tecale la Cystoidea.
A – secțiune schematică prin tegument; B – tipuri de pori: 1 – haplopori; 2 – diplopori; 3 – pori pectinați; ep – epiteca (epistereom); mz – mezostereom (stereoteca); en – endoteca (hipostereom). (B după L. Moret, 1940)

Brahiolele, rareori păstrate în stare fosilă, sunt prelungiri exotecale digitiforme constituite din două rânduri de plăci dispuse altern și străbătute de un șanț adânc, acoperit de un înveliș de plăci mobile sau imobile. Brahiolele erau situate în jurul gurii sau pe fiecare parte a șanțurilor ambulacrare; pe fiecare brahiolă se extindea o ramificație a șanțului ambulacrar respectiv.

Pedunculul este format, în majoritatea cazurilor, dintr-un singur rând de plăci suprapuse numite *columnale*, care se îngustează treptat spre capătul distal. El servea la înfășurarea în jurul corpurilor străine. Pedunculul lipsește la speciile fixate prin partea aborală a tecii (caracter primitiv) sau la cele care s-au adaptat la viața liberă.

Clasificare. După morfologia tecilor, numărul şi structura plăcilor, aspectul porilor etc., se diferenţiază două ordine principale de cistoidee: Rhombifera şi Diploporita.

Ordinul Rhombifera

Plăcile tecale prezintă numai pori pectinaţi. Şanţurile alimentare sunt aşezate în întregime pe brahiole care încep în apropierea orificiului bucal. Rhombiferele se cunosc din intervalul Cambrian - Ordovician.

Echinosphaera (Fig. 239-A) (Ordovician, Europa, China, America de Nord). Avea teca globuloasă, de 2,5 – 4,5 cm în diametru, formată din numeroase plăci mici, hexagonale sau de alte forme, dispuse neregulat. Plăcile erau acoperite de o epitecă calcificată. În jurul gurii se pot găsi două până la patru faţete brahiolare. Stătea fixată direct prin partea aborală sau printr-un peduncul scurt.

Cystoblastus (Fig. 239-B) (Ordovician, Rusia). Teca era globuloasă, cu diametrul de 3 cm, şi formată din plăci mari, aşezate regulat. Plăcile ambulacrare şi paraambulacrare care delimitează şanţurile nutritive erau adânc afundate în plăcile radiolaterale (Fig. 239-B2).

Pleurocystis (Fig. 239-C) (Ordovician, Anglia, America de Nord). Teca este turtită, cele două feţe fiind cu aspect foarte diferit. O faţă este ocupată de un periproct mare, tapisat cu plăci mici, anusul deschizându-se excentric, la partea inferioară (extremitatea aborală); cealaltă faţă (antianală) este tapisată cu 24 de plăci mari. Plăcile sculptate ale feţei antianale prezintă trei câmpuri rombice cu pori pectinaţi. Din dreptul gurii pornesc două brahiole bine dezvoltate. În apropierea gurii, pe faţa anală, se deschide un por acvifer şi un gonopor. Pedunculul este lung şi format din piese culumnare.

Ordinul Diploporita

Cuprinde genuri cu pori simpli (haplopori) sau pori conjugaţi (diplopori) (Fig. 240-A). Şanţurile alimentare se dispun regulat pe suprafaţa tecii, la nivelul zonelor ambulacrare. Formele haplopore (Eocystidae şi unele Ariocystidae) sunt uneori grupate într-un ordin separat – Amphorida.

Aristocystis (Fig. 240-B) (Ordovician superior, Europa, China). Prezintă o tecă ovoidă, înaltă de 5,5 cm, fără peduncul, care se fixa prin polul aboral, îngustat. Teca este formată din numeroase plăcuţe (150 – 200) dispuse neregulat. Canalele porilor se găsesc pe toate plăcile şi sunt acoperite cu epitecă. Anusul, gonoporul şi porul acvifer se găsesc foarte aproape de orificiul bucal.

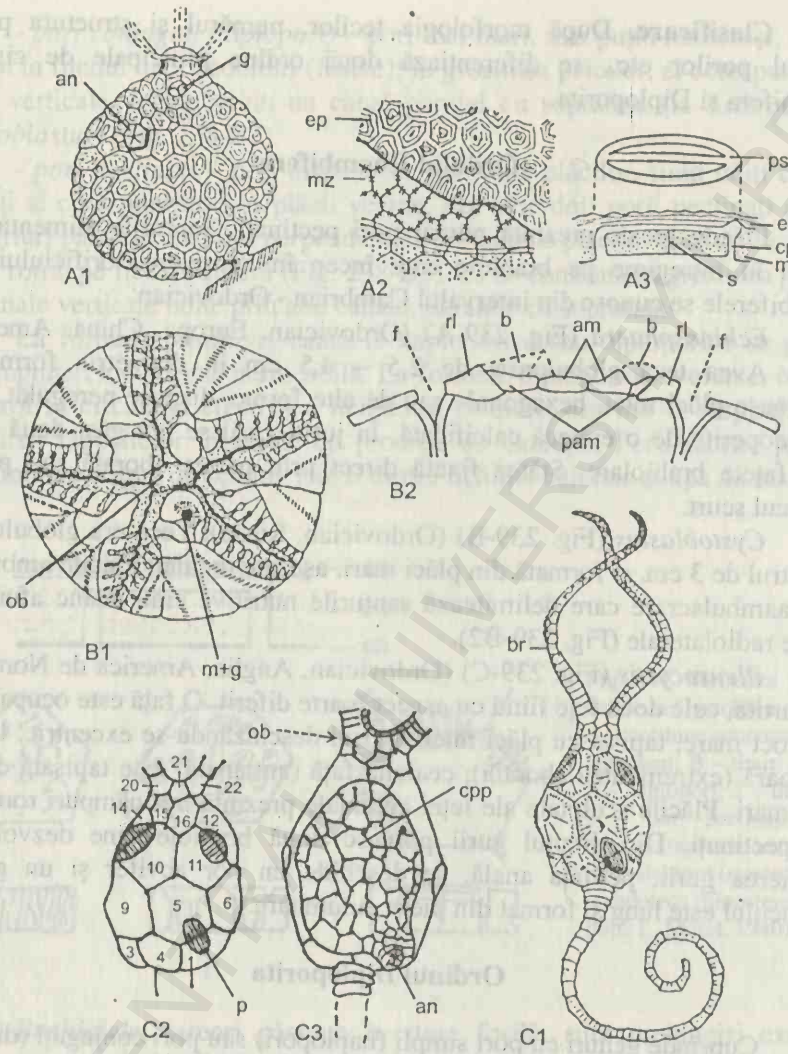


Fig. 239. Rhombifera. A – *Echinosphaera aurantium*: A1 – reconstituire; A2 – structura testului; A3 – trei canale văzute din față și secțiunea corespunzătoare prin peretele tecal, perpendiculară pe o sutură; B – *Cystoblastus kokeni*: B1 – fața orală; B2 – secțiune transversală printr-un radius; C – *Pleurocystis filitextus*: C1 – văzut pe fața anti-anală; C2 – dispoziția plăcilor pe fața anti-anală; C3 – fața anală (după L. Cuénot, în J. Piveteau, 1953); am – plăci ambulacrare; an – orificiu anal; b – locul de inserție a unei brahiole; br – brahiolă; cp – canal poric; cpp – câmp periproctal; ep – epitecă; f – deschiderea unui por pectinat; g – gonopor; ob – orificiu bucal; m+g – madreporit plus gonopor; mz – mezostereom; p – câmp de pori pectinați; ps – pseudopor; pam – plăci parambulacrare; rl – plăci radiolaterale; s – sutură.

Mesocystis (Fig. 240-C) (Ordovician, Europa). Prezintă o teacă hemisferică, de 5 – 6 cm înălțime, care se fixa printr-o scurtă tijă inserată pe fața aplatizată. Plăcile tecale sunt foarte numeroase (în jur de 2000) și dispuse neregulat în cinci zone ambulacrare, foarte înguste, și cinci zone interambulacrare. La nivelul zonelor ambulacrare se prindeau numeroase brahiole (circa 1000 pentru cele cinci zone). Prin structura sa, *Mesocystis* amintește de echinidele străvechi.

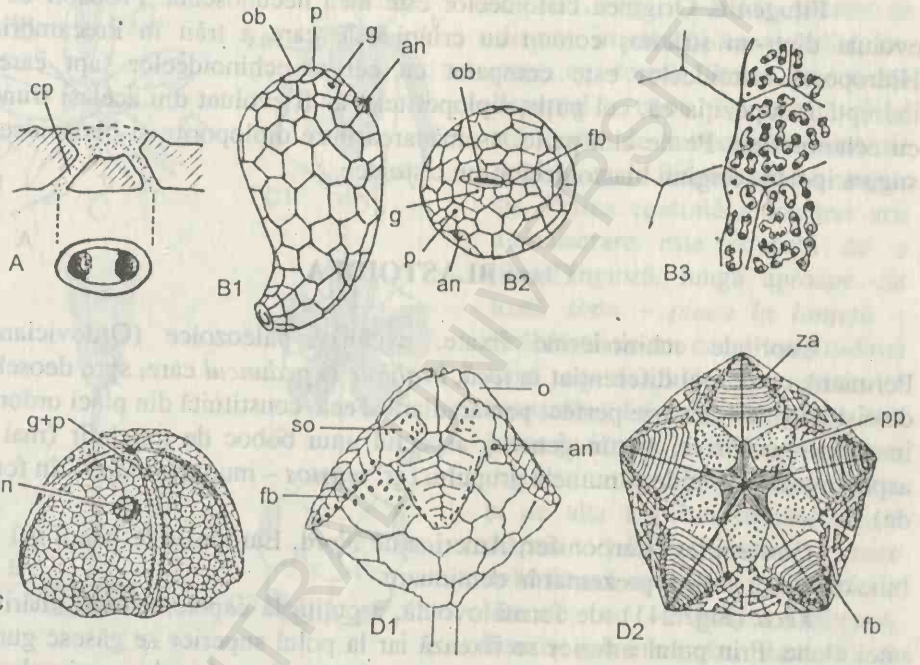


Fig. 240. Diploporita. A – diplopor de *Proteroblastus*, în secțiune și în proiecție orizontală; B – *Aristocystis bohemicus*: B1 – teca reconstituită din profil; B2 – fața orală; B3 – structura testului (în stânga este conservată epiderma și porii nu se văd); C– *Mesocystis pusyrewskyi* – vedere din profil; D – *Asteroblastus regularis*: D1 – teca văzută din profil; D2 – fața orală (după Jaekel, în J. Piveteau, 1953); an – anus; cp – canal poric; fb – locul de inserție al brahiolelor; g – gonopor; g+p – placa cu gonoporul și porul acvifer; o – placă orală divizată în două prin interradiusul anal; ob – orificiu bucal; p – por acvifer; pp – placă perforată; so – placă supraorală cu diplopori; za – zonă ambulacrară.

Asteroblastus (Fig. 240-D) (Ordovician, Rusia). Are teca în formă de boboc floral, susținută de o tijă alcătuită din columnale. Fața superioră poartă cele cinci zone ambulacrare cu aspect petaloid. Fiecare petaloid este străbătut de

câte un şanţ median de la care pornesc alternativ şanţuri laterale la capătul cărora se găsesc bazele de inserţie a brahiolelor. Brahiolele sunt relativ puţin numeroase (8 – 16 per zonă ambulacrară). Aspectul general al corpului aminteşte de blastoidee.

Distribuţie stratigrafică. Cistoideele au apărut în Cambrian, au atins apogeul evoluţiei în Ordovician şi au dispărut la sfârşitul Devonianului.

Filogenie. Originea cistoideelor este încă necunoscută. Probabil că au evoluat dintr-un strămoş comun cu crinoideele care a trăit în Precambrian. Hidroporul cistoideelor este comparat cu cel al echinoideelor fapt care a îndreptăţit supoziţia că, cel puţin diploporitele, ar fi evoluat din acelaşi trunchi cu echinoideele. Pe de altă parte, asemănarea între diploporite şi blastoidee ar sugera ipoteza originii blastoideelor din cistoidee.

Clasa BLASTOIDEA

Cuprinde echinoderme fixate, exclusiv paleozoice (Ordovician – Permian), cu corpul diferenţiat în *tecă*, *brahiole* şi *peduncul* care, spre deosebire de cistoidee, au simetrie perfect pentaradiară. Teca, constituită din plăci ordonate în cicluri succesive, are în general, aspectul unui boboc de trandafir (mai rar aspect stelat), de unde şi numele grupului (gr. *blastos* – mugure; *eidos* – în formă de).

Pentremites (Carbonifer, America de Nord, Europa) este genul cel mai bine cunoscut şi va fi prezentat în continuare.

Teca (Fig. 241), de formă ovoidă, ascuţită la capete, este de mărimea unei alune. Prin polul inferior se fixează iar la polul superior se găsesc gura şi braţele. Scheletul este format din 13 plăci dispuse în trei cicluri: primul ciclu (*basalia*) este reprezentat de *trei plăci bazale* (la origine erau *cinci plăci bazale*, două plăci bazale fiind rezultate din contopirea a câte două plăci iniţiale); al doilea ciclu (*radialia*) este format din *cinci plăci radiale*, bifurcate, iar al treilea ciclu (*deltoidea*) din *cinci plăci deltoidale* mici, interradiale (Fig. 242).

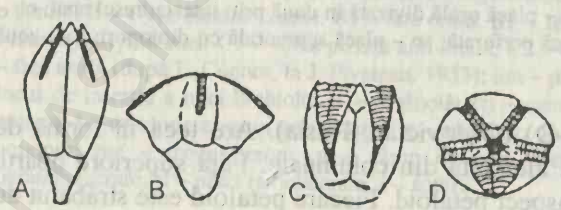


Fig. 241. Serie comparativă de teci la blastoidee. A – *Troostocrinus*; B – *Orophocrinus*; C – *Pentremites*; D – *Eleutherocrinus* (după N. Şuraru, 1977).

În centrul feței orale, de unde pornesc cele cinci zone ambulacrare, se află *orificiul bucal*, mărginit de o suprafață numită *peristom*, prevăzută cu plăci caracteristice. În jurul gurii se dispun cinci orificii numite *spiracule* (care aparțin sistemului hidrospir) (Fig. 242-C2, Fig. 243-A), dintre care unul este mai mare și are rol de orificiu anal. Spiraculele provin din 10 orificii unite două câte două (la unele genuri orificiile sunt separate) (Fig. 244); ele sunt considerate orificii genitale.

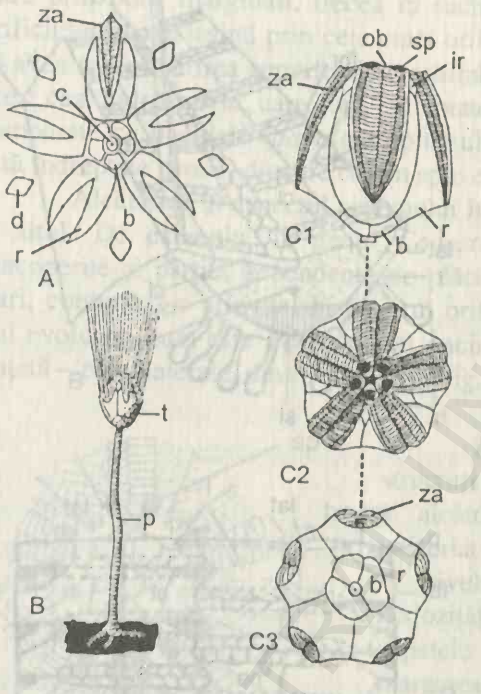


Fig. 242. Blastoidea. A – teca cu plăcile desfăcute; B–C – *Pentremites*; B – aspect general; C – structura tecii: C1 – fața laterală; C2 – fața orală; C3 – fața aborală (A după R. C. Moore, C. G. Laliker, A. G. Fischer, 1952. în E. Hanganu și colab., 1983; B, C după V. Barbu, 1968); b – placă bazală; c – columnală; d – placă deltoidală; ir – placă interradială; ob – orificiu bucal; p – peduncul; r – placă radială; sp – spiracul; t – teacă (caliciu); za – zonă ambulacrară.

Zonele ambulacrare (Fig. 242-C1, Fig. 243-B-D). Acestea se dispun în deschiderea radialelor, care au forma literei V, și au aspectul unor petale, fiind mărginite de numeroase *brahiole* mici și egale dispuse pe un singur șir. Partea centrală a fiecărei arii ambulacrare este ocupată de o placă îngustă, lungă aproape cât toată zona – *placa în lanțetă* – străbătută de un canal longitudinal care se deschide în spiraculul respectiv. La unele genuri, sub placa în lanțetă se află o placă mai mică numită *sublanțetă*. De o parte și de alta a plăcii în lanțetă, se dispun *plăci laterale* care delimitează o serie de pori. Plăcile laterale au inserate, uniseriat, biseriat sau neregulat, pinule (ca și la crinoidee).

Spre gură se îndreaptă *cinci canale alimentare radiare*, câte unul pe mijlocul fiecărei zone ambulacrare. De la canalul alimentar radiar porneau, de o parte și de alta, numeroase *canale laterale* care se întindeau până la baza brahiolelor. Pe fiecare brahiolă se afla câte o ramificație a șanțurilor ambulacrare.

Morfologia zonelor ambulacrare variază de la gen la gen, acestea fiind mici și înguste la formele primitive, și mai alungite și largi la cele evoluate. Prin

lărgirea uneia din zonele ambulacrare posterioare (cea din stânga anusului), se inițiază o simetrie bilaterală la unele genuri.

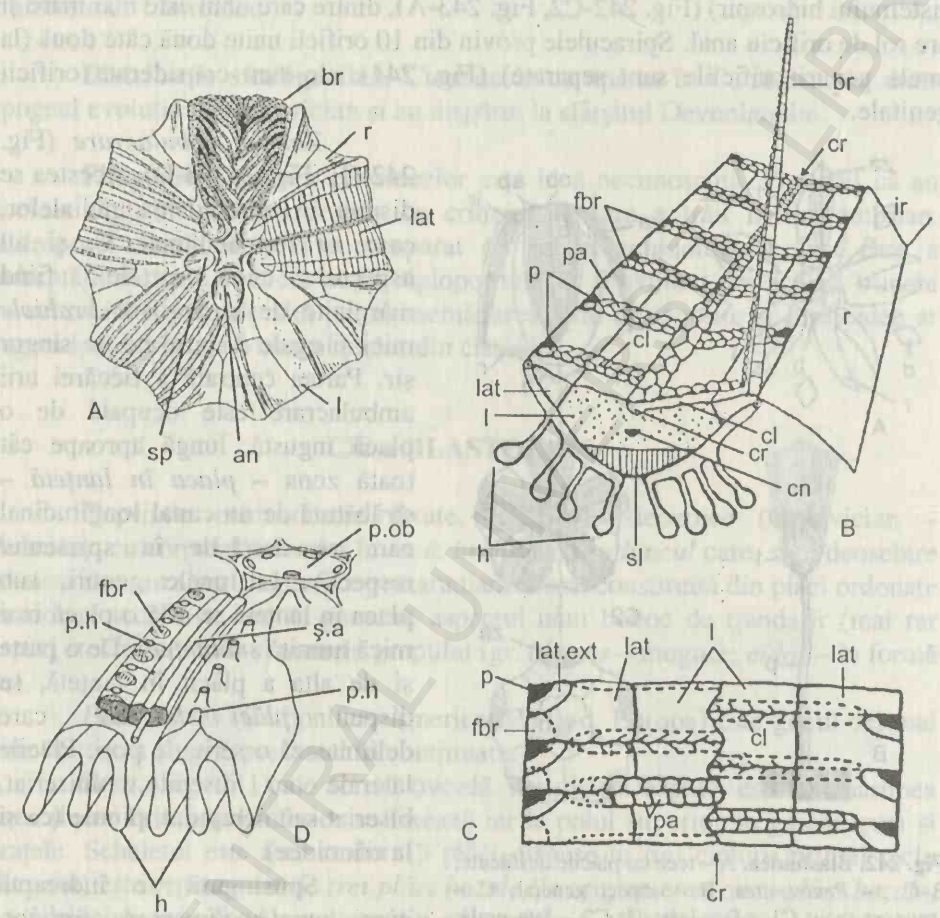


Fig. 243. Blastoidea. A – fața orală la *Pentremites* cu reconstituirea brahiolelor; B – zonă ambulacrară în secțiune transversală, cu evidențierea sistemului hidrospir; C – detaliu mult mărit al unei porțiuni dintr-o zonă ambulacrară; D – sistemul hidrospir dintr-o zonă ambulacrară reconstituit ipotetic (A după Cuénot în J. Piveteau, 1953; B, C modificat după N. Șuraru, 1977; D după Nichols, din R. D. Barnes, 1980); an – anus; br – brahiole; cl – canal alimentar lateral; cn – cordon nervos; cr – canal alimentar radial; fbr – fațetă de inserție a brahiolei; h – saci hidrospiri; ir – placă interradială; l – placa în lanțetă; lat – plăci laterale; lat. ext – plăci laterale externe; p. h – por hidrospir; p – por marginal; pa – plăci acoperitoare; p. obr – poziția gurii; – placă radială; sl – placa sublanțetă; sp – spiracul; ş. a – șanț ambulacrar.

Sistemul hidrospir (Fig. 243-B, D). Sub plăcile zonei ambulacrare, de o parte şi de alta, se dezvolta un sistem de saci hidrofori care formau *sistemul hidrospir*, caracteristic blastoideelor. Sacii hidrofori erau nişte pliuri ale peretelui stereomului, îndreptate spre interior; aceste pliuri erau dispuse simetric – câte o pereche de mai multe pliuri la fiecare zonă ambulacrară. Sistemul hidrospir comunica cu exteriorul prin porii situaţi pe plăcile laterale şi prin spiracule. El era situat între placa în lanţetă şi plăcile radiale dinspre partea respectivă. Apa intra prin porii marginali, trecea în sacii hidrofori şi circula apoi în direcţia orificiului bucal, ieşind prin cele cinci orificii spiraculare. Acest sistem se crede că avea rol în mărirea suprafeţei de schimb gazos între celom şi apa de mare. În acest caz, hidrospirele, care sunt îndreptate spre interiorul celomului, ar putea fi comparate cu papulele (*papulae*) epiteliului celomic de la asteroidee care sunt însă îndreptate invers, dinspre celom spre exterior, printre plăcile scheletice.

Alcătuirea şi aspectul sistemului hidrospir prezintă variaţii de la un gen la altul. De exemplu, la genul *Codaster* (gen primitiv), hidrospirele sunt neacoperite şi parţial dependente de plăcile deltoidale care, în acest caz, sunt mari, conturând o arie stelată în jurul orificiului bucal (Fig. 247). La genurile mai evoluate (cum este *Pentremites*), sacii hidrospiri sunt acoperiţi de sistemul lanţetă – plăci laterale, devenit mai lat (Fig. 243-B).

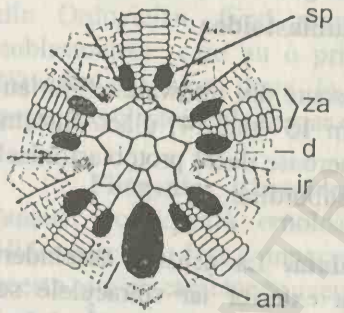


Fig. 244. Faţa orală la un blastoideu cu 10 spiracule (*Nucleocrinus verneuili*) (după Bather dim F. M. Bergounioux, în J. Piveteau, 1953); an – orificiu anal; d – plăci deltoidale; ir – plăci interradiale; sp – spiracul; za – zonă ambulacrară (cu plăcile laterale la vedere).

Brahiolele. Acestea erau nişte structuri filiforme, subţiri, egale ca lungime, şi alcătuite din plăcuţe calcaroase aşezate uniseriat sau biseriat. Ele erau dispuse în şir, la nivelul zonelor ambulacrare, pe mici nodozităţi (faţete de articulare) situate la capetele canalelor alimentare laterale (pe marginea plăcilor laterale) alături de porii periambulacrari. Numărul lor era în funcţie de lungimea fiecărei zone ambulacrare. La baza fiecărei brahiole şi extern se deschidea câte un por marginal prin care apa pătrundea în sistemul hidrospir (Fig. 243-B, D). Pe partea superioară a fiecărei brahiole exista o adâncitură prin care trecea curentul de apă îndreptat spre canalul alimentar median al zonei ambulacrare.

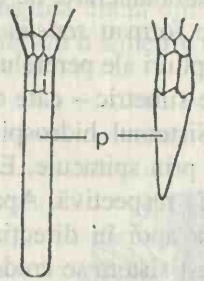


Fig. 245. Pedunculul (p) la *Cryptoschisma schultzi* (după Fourcy din F. M. Bergounioux, în J. Piveteau, 1953).

Pedunculul (Fig. 245), prezent la majoritatea blastoideelor, este un organ cilindric şi ramificat la bază ca o rădăcină. El este alcătuit din plăci columnale şi străbătut de un canal median. În general, pedunculul este redus la blastoidee.

Clasificare. Blastoideele au fost clasificate, după numărul plăcilor tecale şi dezvoltarea sistemului hidrospir, în două ordine: Protoblastoidea şi Eublastoidea.

Ordinul Protoblastoidea

Cuprinde blastoidee primitive, cunoscute din Ordovicianul mediu, cu teca formată din numeroase plăci (mai mult de 14 plăci).

Blastoidocrinus (Fig. 246) (Ordovician) are caliciul pentagonal, cu plăcile dispuse în patru cicluri; plăcile deltoidale mari, triunghiulare.

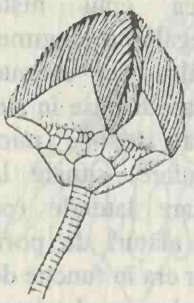


Fig. 246. *Blastoidocrinus* (Silurian inferior) (după D. Patrulius, 1971).

Ordinul Eublastoidea

Sunt blastoidee cunoscute din intervalul Silurian – Permian, cu teca formată din 13 (sau 14) plăci. Sistemul hidrospir dezvoltat. Mai numeroase decât protoblastoideele, ele au fost împărţite în două subordine:

Subordinul Fissiculata. La acestea deschiderile hidrospirice sunt vizibile la exterior iar spiraculele sunt reduse sau absente (*Codaster*, Silurian – Carbonifer inferior - Fig. 247).

Subordinul Spiraculata. La acestea plăcile ambulacrare acoperă deschiderile hidrospirice iar spiraculele sunt lungi şi vizibile (*Eleutherocrinus*, Devonian; *Pentremites*, Carbonifer inferior).

Genul *Pentremites* a fost descris anterior (Fig. 242). El se caracterizează prin zone ambulacrare subpetaloide largi, spiracule simple, mai rar dublate prin prezenţa unui septum.

Eleutherocrinus (Fig. 241-D). Are teca alungită, asimetrică şi lipsită de pedunculul. Patru zone ambulacrare sunt lungi şi înguste iar a cincea (la stânga anusului) este mai scurtă şi lată.

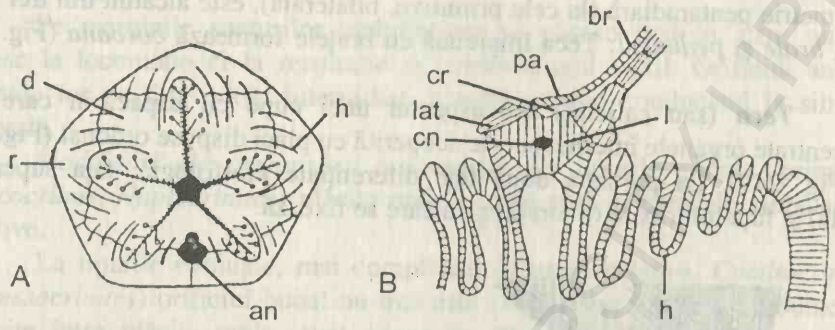


Fig. 247. *Codaster.* A – faţa orală; B – sistemul hidrospir (A după E. Hanganu şi colab., 1983; B după Bather în E. Hanganu şi colab., 1983); an – anus; br – brahiolă; cn – cordon nervos; cr – canal ambulacrar (alimentar) radiar; d – placă deltoidală; h – saci hidrospiri; lat – plăci laterale; pa – plăci de acoperire.

Distribuţie stratigrafică. Cele mai vechi resturi de blastoidee se cunosc din Ordovician, fiind reprezentate prin protoblastoidee; în Silurian apar eublastoideele care au o primă perioadă de înflorire în Carboniferul inferior (Spiraculata) şi a doua în Permian (Fissiculata). Către sfârşitul perioadei permiene blastoideele dispar definitiv.

Filogenie. Blastoideele prezintă afinităţi cu crinoideele prin placa lanţetă, considerată omoloagă plăcii dorsale a braţelor de la crinoidee. Hidrospirele au fost comparate cu fantele genitale de la ofiuroidee dar, probabil, acesta este un caracter convergent.

În ceea ce priveşte originea blastoideelor s-a considerat că ele ar proveni din cistoidee iar mai nou din eocrinoidee.

Din punct de vedere evolutiv, blastoideele au realizat structuri mai bine organizate decât cistoideele: simetria pentaradiară perfectă, creşterea suprafeţei de colectare a particulelor nutritive, dezvoltarea sistemului hidrospir, caracteristic lor, dezvoltarea unui pedunculul mai bine specializat la fixarea în substrat.

Clasa CRINOIDEA

Cuprinde singurele pelmatozoare care au reprezentanți actuali, numiți „crini de mare", perioada lor de maximă dezvoltare fiind Era Paleozoică. Corpul, cu simetrie pentaradiară (la cele primitive, bilaterală), este alcătuit din trei părți: *tecă*, *brațe* și *peduncul*. Teca împreună cu brațele formează *coroana* (Fig. 248-A).

Teca (sau caliciul) are aspectul unei cupe cu capac, în care sunt concentrate organele interne, și este acoperită cu plăci dispuse ordonat (Fig. 248-A, Fig. 249). Ea prezintă două fețe diferențiate morfologic: fața superioară (orală) și fața inferioară (aborală) prin care se fixează.

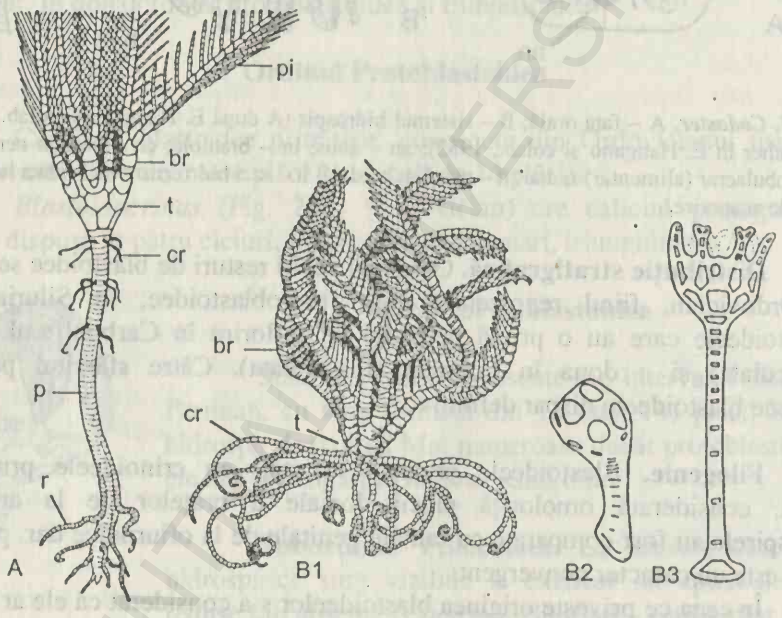


Fig. 248. Crinoidea. A – morfologia unui crinoid cu peduncul; B1 – morfologia unui crinoid lipsit de pedúncul (*Antedon*); B2-B3 – stadii larvare succesive la *Antedon*; se observă dezvoltarea unui peduncul larvar tranzitoriu (A după L. Moret, 1940; B după L. Davitașvili, 1956); br – brațe; cr – ciri; p – peduncul; pi – pinule; r – rădăcină; t – tecă (caliciu).

Fața superioară (*orală*), numită și *tegmen*, bombată, este fie membranoasă, fie acoperită de *cinci plăci orale* triunghiulare. Una din plăcile orale, cea posterioară, este mai mare și prevăzută cu numeroase perforații – *placa madreporică* – sau cu un singur orificiu numit *hidropor*, prin care apa pătrunde în sistemul acvifer. Plăcile orale alternează cu plăcile radiale iar spațiul

rămas între ele constituie cinci şanţuri ambulacrare nutritive. În centru (mai exact subcentral) se găseşte gura, din dreptul căreia pornesc, la crinoideele primitive, cele cinci şanţuri ambulacrare care se prelungesc în lungul feţei interne a braţelor.

Pe marginile şanţurilor ambulacrare se găsesc podiile, care nu mai servesc la locomoţie ci la respiraţie şi pentru simţul tactil. Orificiul anal se deschide tot pe faţa orală, interradiar, această poziţie conducând la simetria bilaterală.

Modificări ale organizării tegmenului. La tipurile simple, primitive, (*Coccocrinus*, *Haplocrinites*) plăcile orale acopăr gura şi canalele ambulacrare nutritive.

La tipurile evoluate, mai complicate, (*Euspirocrinites*, *Cyathocrinites*, *Cupressocrinites*) orificiul bucal nu mai este protejat iar canalele ambulacrare, adâncite între plăcile orale, sunt acoperite cu *plăcuţe ambulacrare* care se suprapun marginal pe plăcile orale (Fig. 250-B-C). La aceste forme (Inadunata), zona interambulacrară posterioară se dezvoltă ca o ieşitură tubulară înaltă ce prezintă la partea posterioară orificiul anal, numită *tub anal* (*proboscidium*) (Fig. 254-D).

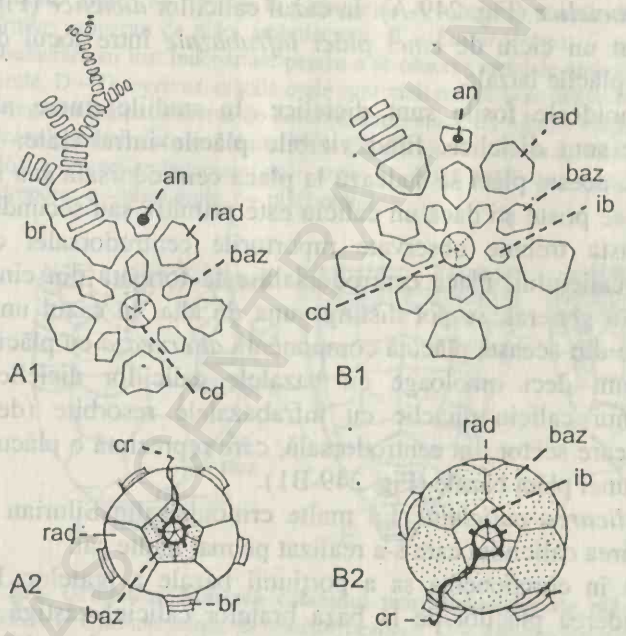


Fig. 249. Teca (caliciul) la Crinoidea. A1-A2 – caliciu monociclic; B1-B2 – calciu diciclic (după L. Moret, 1940); an – plăcă impară anală; baz – plăci bazale; br – plăci brahiale; cd – placa centrodorsală; cr – ciri; ib – plăci infrabazale; rad – plăci radiale.

Un stadiu mai avansat de complicare a structurii tegmenului se întâlneşte la *Taxocrinus* (Fig. 250-D). La acest gen, plăcile orale sunt tot mai atrofiate,

fiind înlocuite cu plăcuțe *interambulacrare* (*interradiale*). Pe de altă parte, tubul anal este regresat. Deoarece la aceste forme toate plăcile testului sunt foarte lax reunite unele cu altele (în timpul vieții) printr-un țesut elastic, au primit denumirea de Flexibilia.

Cea mai impresionantă modificare a feței orale se întâlnește la forme precum *Cactocrinus* sau *Cylicocrinus* (Subclasa Camerata), la care gura și ambulacrele sunt acoperite de o *boltă orală* complexă formată din numeroase plăci interradiale (ce aparțin tegmenului) și de plăci brahiale. Bolta comunică cu exteriorul printr-un singur orificiu – cel anal. Gura se deschide sub plafon iar șanțurile ambulacrare sunt transformate în tuburi, adesea consolidate de plăcuțe, în care apa încărcată cu particulele alimentare colectate de brațe circulă spre gură (Fig. 250-E).

Fața inferioară (aborală), de forme foarte variate (globuloasă, conică, subcilindrică etc.) poate fi foarte înaltă, la genurile primitive, sau foarte scundă ori plată la genurile evoluate. Scheletul feței aborale este format din mai multe cicluri de câte cinci plăci dispuse pe unul sau mai multe rânduri: *cinci plăci bazale*, dispuse în jurul locului de inserție al pedunculului, și *plăcile radiale* dispuse câte cinci în unu - trei rânduri. Prezența unui singur ciclu de plăci bazale este proprie caliciilor *monociclice* (Fig. 249-A). În cazul caliciilor *diciclice* (Fig. 249-B) mai este intercalat un ciclu de *cinci plăci infrabazale* între locul de inserție al pedunculului și plăcile bazale.

Multe dintre crinoideele fosile sunt diciclice. În stadiile tinere ale formelor actuale caliciile sunt diciclice, fiind vizibile plăcile infrabazale; la majoritatea genurilor însă, aceste plăci se sudează la placa centrodorsală sau se resorb. În acest caz, cum se poate ști dacă un caliciu este primitiv sau secundar monociclic? Pentru aceasta trebuie observate raporturile centrodorsalei cu primele plăci bazale ale caliciului. Placa centrodorsală este formată din cinci plăci triunghiulare care, în general, se pot distinge una de alta. În cazul unui caliciu monociclic, fiecare din această plăcuță componentă *alternează* cu plăcile bazale; aceste bazale sunt deci omoloage cu bazalele caliciilor diciclice. Dimpotrivă, în cazul unui caliciu diciclic cu infrabazalele resorbite (deci secundar monociclic), fiecare sector din centrodorsală, care reprezintă o plăcuță sudată, se găsește *în fața* unei plăci bazale (Fig. 249-B1).

Mărirea și complicarea caliciului. La multe crinoidee din Silurian și Devonian se observă mărirea caliciului care s-a realizat pe mai multe căi:

- prin includerea în componența sa a porțiunii bazale a brațelor. La *Ichthyocrinus,* prin includerea plăcilor de la baza brațelor caliciul câștigă în înălțime (Fig. 251-B) iar la *Sagenocrinites* între plăcile brahiale se dezvoltă și plăci *interbrahiale* care au dus la mărirea volumului caliciului (Fig. 251-C).

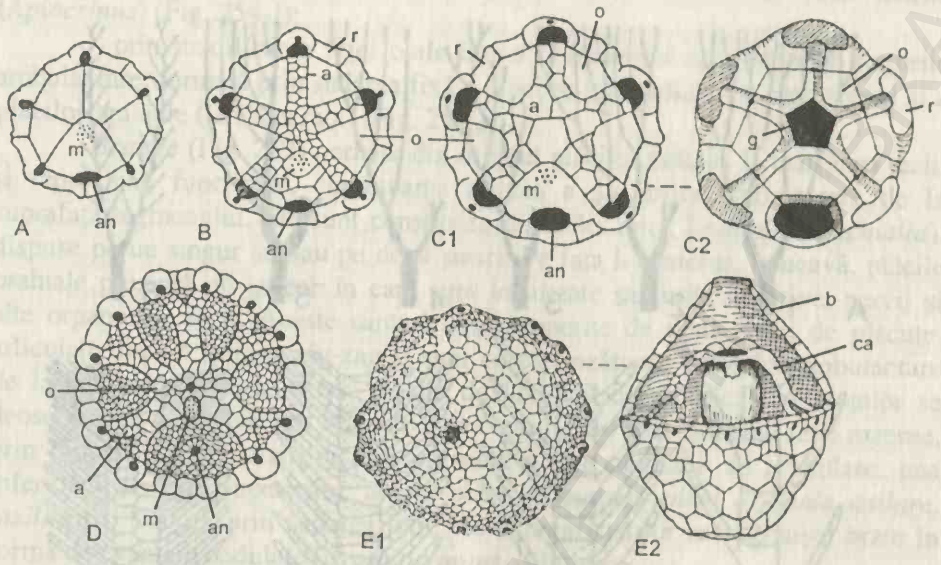


Fig. 250. Tipuri de tegmen la Crinoidea. A – tegmen simplu (*Haplocrinites*); B-C – canalele nutritive acoperite de plăci ambulacrare: B – *Euspirocrinus*; C – *Cyathocrinites*; în C2 plăcile ambulacrare au fost îndepărtate pentru a se observa canalele ambulacrare săpate în plăcile radiale şi orale; D – *Taxocrinus*, plăcile orale sunt mult reduse şi se dezvoltă multe plăci interambulacrare; E – tegmen înălţat în formă de boltă (*Cactocrinus*): E1 – bolta văzută de sus; E2 – interiorul bolţii cu canalele ambulacrare tubulare (A-C2, E2 după L. Moret, 1940; D, E1 după L. Davitaşvili, 1956); a – plăci ambulacrare; an – anus; b – boltă orală; ca – canale ambulacrare; g – gură; m – madreporit; o – plăci orale; r – plăci radiale.

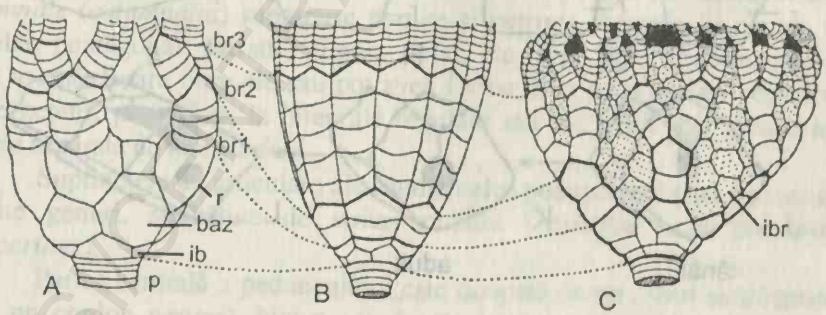


Fig. 251. Crinoidea. Mărirea caliciului prin includerea de plăci brahiale (după L. Moret, 1940); A – *Cyathocrinites*; B – *Ichthyocrinus*; C – *Sagenocrinites*; br1 – primibrahiale; br2 – secundibrahiale; br3 – terţibrahiale; baz – plăci bazale; ib – plăci infrabazale; ibr – plăci interbrahiale; p – peduncul.

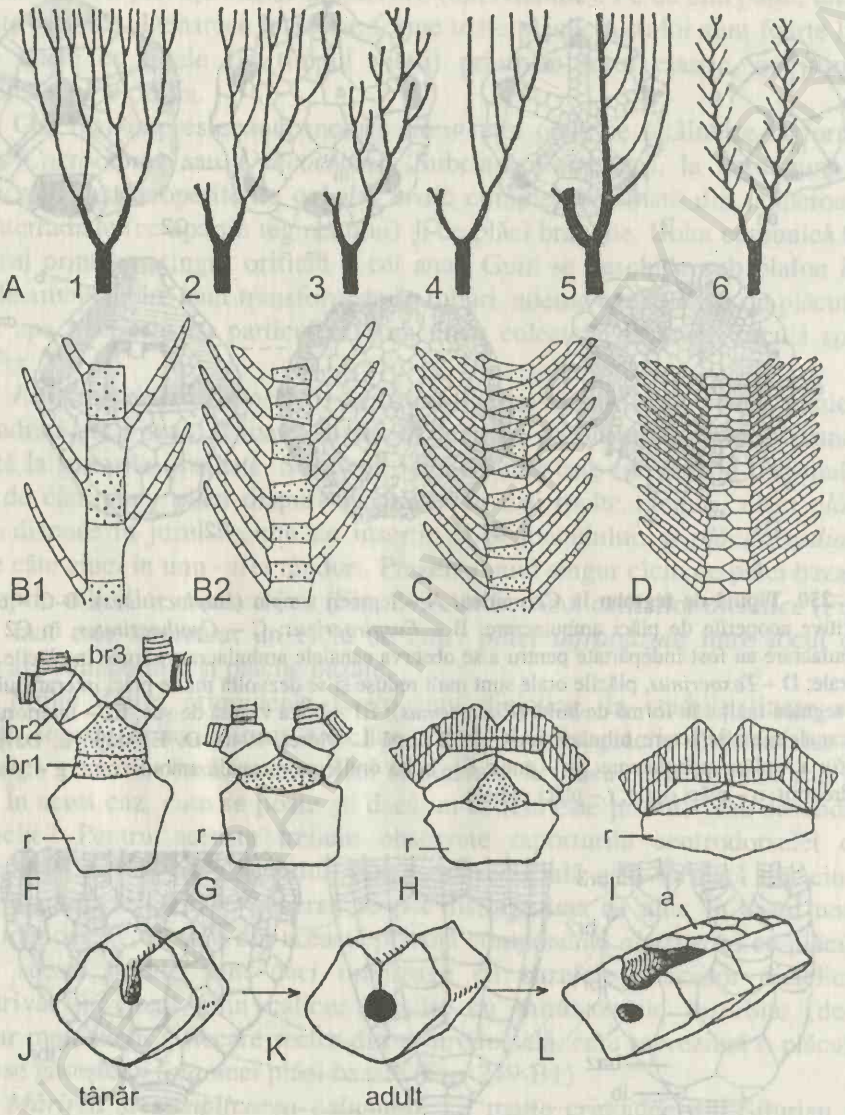


Fig. 252. Brațele la Crinoidea. A – modul de ramificare a brațelor; B-D – evoluția plăcilor brahiale de la stadiul uniseriat (B1, B2) la stadiile altern (C) și biseriat (D); F-I - modul de scurtare a brahiolelor proximale și evoluția spre tipul zis Adunata; J-L – individualizarea canalului axial în plăcile brahiale (*Gissocrinus*) (A după G. Ubaghs, din J. Piveteau, 1953; B, C, D după A. H. Müller, din G. Krumbiegel și H. Walther, 1984; F-L după L. Moret, 1940); a – plăci ambulacrare; br1 – plăci primibrahiale; br2 – plăci secundibrahiale; br3 – plăci terțibrahiale; r – plăci radiale.

- prin incorporarea ultimelor plăci ale pedunculului, mult mărite (*Apiocrinus*) (Fig. 254-J);

- prin modificarea feței orale într-o *boltă orală* care acoperă șanțurile ambulacrare, formată prin sudarea fixă a plăcilor interradiale ale tegmenului și a plăcilor brahiale (la Camerata) (Fig. 250-E).

Brațele (Fig. 252) pornesc din dreptul plăcilor radiale, la marginea tecii, și reprezintă, funcțional, continuarea directă a șanțurilor ambulacrare de la suprafața tegmenului. Ele sunt constituite din plăci mici, *brahiale* (*brachialia*), dispuse pe un singur șir sau pe două șiruri. Pe fața lor internă, concavă, plăcile brahiale prezintă un jgheab în care sunt localizate șanțurile nutritive, nervii și alte organe ale tecii. Aceste șanțuri sunt acoperite de două șiruri de plăcuțe, articulate după o linie în zig-zag și sunt corespunzătoare canalelor ambulacrare de la echinide. De multe ori, plăcile de la locul de ramificare a brațelor se deosebesc de restul plăcilor brahiale prin conturul lor pentagonal al feței externe, prin dimensiuni mai mari și prin prezența a trei suprafețe de articulare: una inferioară și două superioare; aceste plăci se numesc *plăci brahiale axilare*. (*axillaria*). Uneori, prin sudarea între ele a ramificațiilor rezultă niște brațe în formă de evantaie ondulate (*Crotalocrinites*, Silurian).

Numărul brațelor este variabil: cinci la formele primitive (și unele forme secundar adaptate astfel), sau 10 - 20 la formele evoluate. Brațele pot fi simple, ca la formele vechi și cele cu această adaptare apărută în mod secundar, sau divers ramificate (Fig. 252-A). Pe marginea brațelor se dezvoltă, la numeroase genuri, niște prelungiri scurte, flexibile, numite *pinule*. Pentru fiecare placă brahială se dezvoltă o pinulă.

Pedunculul. Majoritatea crinoideelor prezintă un peduncul lung, la puține forme acesta fiind redus sau absent. El este format din numeroase *plăci columnale* (*columnalia*) suprapuse numite și *entroce*. Acestea au contur variat: circular, pentagonal, pătratic, eliptic, stelat, etc (Fig. 253). Columnalele pot fi toate asemănătoare între ele sau pot avea forme diferite la același peduncul. La unele genuri, pot exista, la intervale regulate sau nu, plăci mai groase numite *nodale* separate de *internodale*.

Suprafețele de articulare ale segmentelor pedunculare sunt fie netede fie, la alte genuri, străbătute de striuri radiare (*crenellae*) sau petaloide (la *Pentacrinus*).

Partea centrală a pedunculului este ocupată de un *canal axial* (prin care trece un cordon nervos), îngust sau foarte larg, cu secțiunea transversală de forme diferite: circulară, stelată, lobată. Canalul axial este înconjurat de trei, patru, cinci conducte longitudinale periferice. La unele genuri, columnalele situate imediat sub baza tecii (în număr de cinci) se sudează într-o placă ce fuzionează la fața aborală, numită placa *centrodorsală*. Pe nodale și pe

centrodorsală se fixează organe mobile cu rol în fixarea temporară şi chiar în respiraţie numite *ciri,* constituite din articule străbătute de un canal axial simplu sau dedublat.

Pedunculul poate avea lungimi diferite, de la câţiva centimetri la peste 20 m. La unele tipuri moderne de crinoidee libere, pedunculul lipseşte, fiind înlocuit cu ciri care asigură fixarea temporară. Pedunculul se fixează la partea inferioară prin prelungiri radiciforme sau printr-o masă calcaroasă încrustantă. În cazul fixărilor temporare, capătul pedunculului poate avea formă de ancoră, de ţăruş sau de frânghie pentru a se încolăci în jurul unor suporturi. Sub aspect litogenetic, pedunculul este partea scheletică a crinoideelor care a contribuit în cea mai mare măsură la formarea de roci calcaroase („calcare cu entroce").

În evoluţia crinoideelor se constată o trecere de la tipul primitiv de peduncul prevăzut cu cinci coloane de plăci (pentamere) dispuse altern, la pedunculul cu plăci dispuse paralel. Acest proces se poate evidenţia şi în dezvoltarea aceluiaşi peduncul, format iniţial din plăci hexagonale alterne, apoi din cinci plăci dispuse paralel şi în final din plăci rezultate din sudarea între ele a pentamerelor.

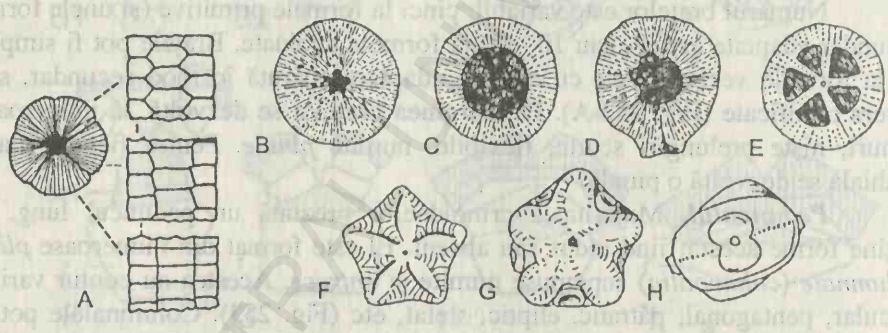


Fig. 253. Pedunculul la Crinoidea. Evoluţia articulelor pedunculare de la pentamere alterna la pentamere dispuse într-un singur plan (*Botryocrinus*); B-H – tipuri de columnale: B-D – columnale frecvente în Paleozoic; E – *Balanocrinus mexicanus* (Triasic - Miocen); F-G – *Isocrinus tyrolensis* (Triasic - Miocen); H – *Rhizocrinus* (Eocen - Actual).

Clasificare. În funcţie de structura caliciului, se delimitează patru subclase de crinoidee: Camerata, Inadunata, Flexibilia şi Articulata.

Subclasa Camerata

Cuprinde crinoidee pedunculate paleozoice (Ordovician - Permian) cu caliciu monociclic sau diciclic, alcătuit din plăci unite prin suturi rigide. Caliciul prezintă o boltă orală ca o cameră deasupra gurii şi a şanţurilor ambulacrare,

formată din numeroase plăcuțe sudate rigid. Brațele, uni- sau biseriate, sunt întotdeauna prevăzute cu pinule. Plăcile brahiale inferioare sunt incluse în peretele tecii aborale.

Din această subclasă se cunosc aproximativ 2500 de specii ce aparțin la 160 de genuri, majoritatea dintre ele provenind din Carboniferul inferior.

Actinocrinites (Fig. 254-A) (Carbonifer – Permian superior). Are teca conică cu numai trei plăci bazale de aceeași mărime. Plăcile tecii sunt ornamentate radiar. Brațele sunt biseriate și prevăzute cu pinule lungi și fine. Pedunculul este format din articule discoidale cu suprafețele de articulare striate și cu canalul central pentalobat.

Cactocrinus (Carbonifer inferior, America de Nord), asemănător genului precedent, prezintă o boltă orală dezvoltată, descrisă mai sus (Fig. 250-E).

Eucalyptocrinites (Fig. 254-B) (Silurian - Devonian). Este un gen aparte, cu baza tecii monociclică și invaginată (concavă), astfel încât la exterior se văd numai plăcile radiale ale celui de al doilea și ale celui de al treilea ciclu. Între plăcile radiale se găsește câte o placă mare interradială. Peste aceste plăci se suprapune un ciclu de cinci plăci numite *disticale* (*distichalia*) între care se află două categorii a câte cinci plăci interdisticale: plăci simple, suprapuse radialelor, și plăci divizate printr-un șanț vertical, cele suprapuse interradialelor. De pe interdisticale se ridică lame mari, ce se lărgesc la partea superioară, care delimitează 10 nișe în care se adăposteau câte două brațe cu câte două rânduri de plăci fiecare.

Subclasa Inadunata

Aici sunt incluse genuri primitive cu structură relativ simplă, cu caliciu monociclic sau diciclic. Plăcile caliciului sunt unite fix între ele iar brațele, de obicei libere, pornesc uniseriat din dreptul radialelor. De regulă, plăcile interradiale lipsesc. Orificiul bucal și canalele ambulacrare sunt acoperite de plăci orale.

Acest grup este cunoscut în intervalul Ordovician – Triasic, cu dezvoltarea maximă în Carboniferul inferior. Dispar la începutul Triasicului.

Haplocrinites (Fig. 250-A, Fig. 254-C) (Silurian – Carbonifer inferior). Se caracterizează printr-o teacă mică, de la globuloasă la piriformă, formată din cinci plăci bazale, cinci plăci radiale și cinci plăci dispuse simetric între cele două cicluri. Capacul tecii este format din cinci plăci orale care delimitează cinci șanțuri nutritive adânci. Brațele sunt mici, simple, uniseriate și lipsite de pinule. Pedunculul este scurt și format din articule discoidale.

Cyathocrinites (Fig. 250-C, Fig. 251-A, Fig. 254-D) (Silurian - Permian). Are caliciul diciclic, în formă de cupă, cu cinci plăci infrabazale mici

şi cinci plăci bazale mari. Plăcile radiale şi cele orale sunt mari. Braţele sunt libere, uniseriate sau ramificate dichotomic şi lipsite de pinule. Tubul anal este larg şi relativ înalt. Pedunculul este cilindric, fiind format din articule mari şi mici care alternează între ele.

Cupressocrinites (Fig. 254-E) (Devonian mediu). Are un caliciu diciclic în formă de castron, cu braţele formate dintr-un singur şir de plăci brahiale late, cu numeroase pinule. Plăcile infrabazale sunt sudate într-o singură placă. Pedunculul are secţiune pătratică şi este străbătut de cinci canale (unul axial şi patru periferice).

Subclasa Flexibilia

Cuprinde crinoidee paleozoice, diciclice, la care plăcile feţei aborale prezentau o anumită mobilitate între ele, fiind legate unele cu altele printr-un ţesut conjunctiv elastic. Regiunea orală, de asemenea, era flexibilă. Gura şi şanţurile nutritive erau neacoperite. Braţele sunt uniseriate şi lipsite de pinule, cu brahialele proximale incluse în peretele capsulei aborale. Pedunculul este alcătuit din articule columnale discoidale. Se cunosc din intervalul Ordovician - Permian.

Taxocrinus (Fig. 250-D) (Devonian inferior – Carbonifer inferior). Are o capsulă aborală scundă şi largă şi un capac complicat prin dezvoltarea a numeroase plăcuţe interambulacrare; plăcile orale sunt foarte mult reduse. Braţele sunt uniseriate şi ramificate complicat.

Din Silurian se cunosc genurile *Ichthyocrinus* (Fig. 251-B) şi *Sagenocrinites* (Fig. 251-C) care au fost descrise anterior. Este posibil ca cele mai vechi genuri din grupul Flexibilia să fi evoluat din forme diciclice de Inadunata.

Subclasa Articulata

Acestea sunt cunoscute şi sub denumirea de *neocrinoide* deoarece sunt genuri care au trăit începând din Mesozoic, unele menţinându-se şi în fauna actuală. Au, în general, caliciul mic, diciclic sau pseudomonociclic, alcătuit din plăci groase. Plăcile infrabazale şi uneori şi bazale, strâns unite, sunt foarte reduse sau complet atrofiate; radialele (unu – două cicluri) şi brahialele sunt slab articulate. Faţa orală este acoperită de o membrană în care sunt uneori răspândite plăci mici, izolate. Gura şi şanţurile nutritive sunt neacoperite. Braţele sunt prevăzute cu pinule şi formate din articule uni- sau biseriate. Modul de articulare al brahialelor proximale între ele cât şi cu radialele este foarte diferit şi de aceea

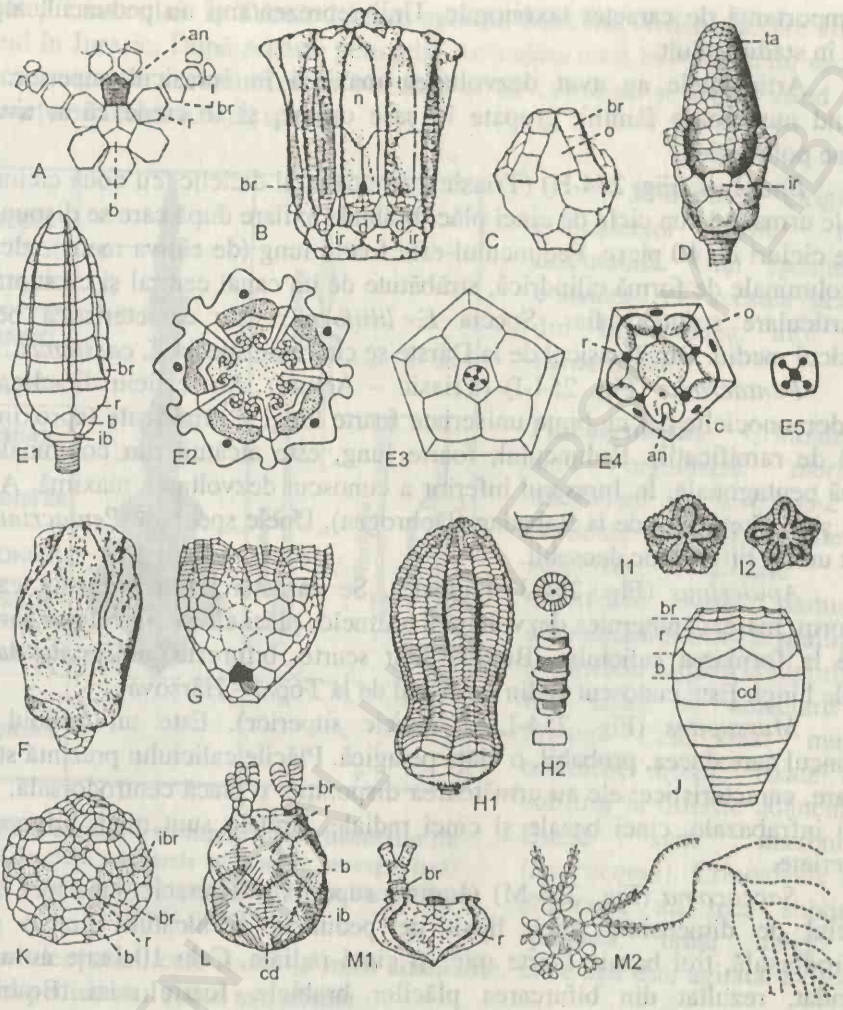


Fig. 254. Crinoidea. Camerata. A – *Actinocrinites*; B – *Eucalyptocrinites*; **Inadunata.** C – *Haplocrinites mespiliformis*; D – *Cyathocrinites longimanus*; E – *Cupressocrinites*: E1 – caliciul văzut lateral; E2 – secțiune transversală schematică la nivelul brațelor în care se observă pinulele răsucite; E3 – fața aborală a caliciului; E4 – fața orală a caliciului; E5 – secțiune transversală prin peduncul; F – *Crotalocrinites*; **Flexibilia.** G – *Sagenocrinites*; **Articulata.** H – *Encrinus*: H1 – caliciul văzut lateral; H2 – elemente ale pedunculului; I – *Pentacrinus tuberculatus*, columnale; J – *Apiocrinus*; K – *Uintacrinus*; L– *Marsupites*; M – *Saccocoma*: M1 – caliciul văzut lateral; M2 – caliciul și unul dintre brațe (A-C, F din N. Șuraru, 1977; D după V. Barbu, 1968; E după L. Davitașvili, 1956; G, M2 din E. Hanganu și colab, 1983; H, I, K, L, M1 după L. Moret, 1940).
an – placă anală; b – placă bazală; br – plăci brahiale; c – canal axial; cd – placă centrodorsală; d - placă disticală; ib - placă infrabazală; ibr – plăci interbrahiale; ir – placă interradială; n – nișă; o – placă orală; r – placă radială; ta – tub anal.

are importanță de caracter taxonomic. Unii reprezentanți au pedunculul, alții îl pierd în stadiul adult.

Articulatele au avut dezvoltarea maximă în Jurasicul superior. Ele cuprind numeroase familii, grupate în șase ordine, și se crede că ar avea o origine polifiletică.

Encrinus (Fig. 254-H) (Triasic). Are caliciul diciclic, cu două cicluri de radiale urmate de un ciclu de cinci plăci brahiale axilare după care se dispun mai multe cicluri de 10 piese. Pedunculul este foarte lung (de câțiva metri), alcătuit din columnale de formă cilindrică, străbătute de un canal central și cu suprafețe de articulare striate radiar. Specia *E. liliiformis* este caracteristică pentru Triasicul mediu. Din Triasicul de la Dârste se cunoaște specia *E. cassianus.*

Pentacrinus (Fig. 254-I) (Triasic – Actual). Are caliciu diciclic, mic pseudomonociclic dar cu brațe uniseriate foarte lungi și ramificate (aproximativ 1400 de ramificații). Pedunculul, foarte lung, este alcătuit din columnale de formă pentagonală. În Jurasicul inferior a cunoscut dezvoltarea maximă. A fost găsit și în Cretacicul de la Babadag (Dobrogea). Unele specii de *Pentacrinus* au jucat un rol litogenetic deosebit.

Apiocrinus (Fig. 254-J) (Jurasic). Se caracterizează printr-un caliciu piriform, mare, și puternica dezvoltare a ultimelor plăci ale pedunculului care iau parte la formarea caliciului. Brațele sunt scurte, bifurcate, uniseriate dar cu pinule lungi. Este cunoscut și din Jurasicul de la Topal – Hârșova.

Marsupites (Fig. 254-L) (Cretacic superior). Este un crinoid fără pedunculcare ducea, probabil, o viață pelagică. Plăcile caliciului prezintă striații radiare, caracteristice; ele au următoarea dispoziție: o placă centrodorsală, cinci plăci infrabazale, cinci bazale și cinci radiale. Brațele sunt mici, bifurcate și uniseriate.

Saccocoma (Fig. 254-M) (Jurasic superior – Cretacic superior). Avea caliciul de dimensiuni mici, lipsit de pedunculși alcătuit dintr-o placă centrodorsală, trei bazale foarte mici și cinci radiale. Cele 10 brațe au aspect reticulat, rezultat din bifurcarea plăcilor brahiale, foarte mici. Brahialele proximale sunt prevăzute cu expansiuni înotătoare iar capătul distal al brațelor purta ramuri laterale (*ramuli*). Tegmenul era membranos. Ducea o viață pelagică, înotând cu ajutorul brațelor bifurcate și spiralate.

Distribuție stratigrafică (Fig. 255). Cele mai vechi resturi de crinoidee datează din Ordovicianul inferior (*Dendrocrinus* din Subclasa Inadunata). Din Ordovicianul mediu se individualizează grupele paleozoice de crinoidee: Camerata, Inadunata și Flexibilia care cunosc o mare dezvoltare în Carboniferul inferior. Începând cu Carboniferul superior aceste tipuri intră în declin, Flexibilia și Camerata dispărând la sfârșitul Permianului iar Inadunata, la

începutul Triasicului. În Triasic își face apariția Subclasa Articulata care atinge apogeul în Jurasic. După această perioadă, Articulata intră într-un declin ușor în Cretacic, care se accentuează în Neozoic și se continuă și astăzi, când mai supraviețuiesc circa 630 de specii.

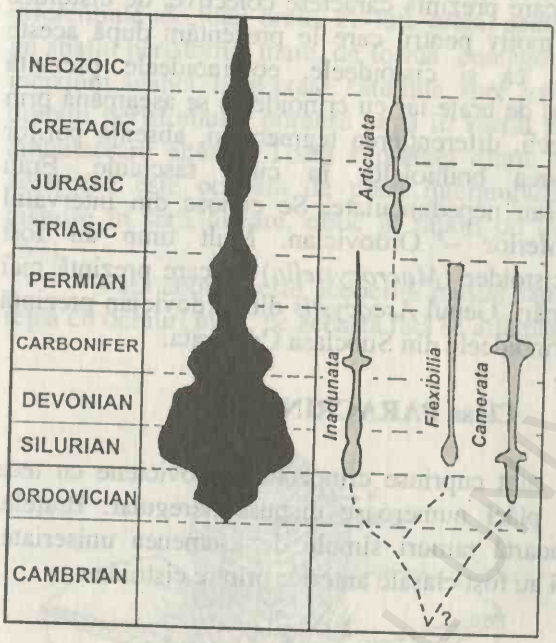


Fig. 255. Distribuția stratigrafică a crinoideelor (în nuanță deschisă subclasele iar în negru întreaga clasă) (bazat pe House, în G. Krumbiegel și H. Walther, 1984 și alte surse).

Filogenie. Originea crinoideelor este încă discutabilă. Unii specialiști consideră că acestea derivă din Eocrinoidea, alții din Paracrinoidea.

Paleoecologie. Crinoideele sunt organisme marine, microfage. Ele se hrănesc cu particule alimentare aflate în suspensie, dirijate de ambulacre spre șanțurile ambulacrare. Brațele multiple și pinulele asigură o suprafață mai mare de colectare a hranei. Cele mai multe crinoidee trăiesc fixate de substrat la diferite adâncimi. Unele sunt nectonice (*Saccocoma*). Crinoideele de adâncime au teca subțire, spinoasă, brațe lungi și pedunculul dezvoltat; cele fixate la mică adâncime, unde apa este agitată, au teca groasă și pedunculul redus sau absent.

Crinoideele paleozoice și cele mesozoice, în majoritate pedunculate, au trăit asociate în zonele neritic – litorale iar în Terțiar a început migrarea lor spre adâncimi mai mari. Majoritatea formelor actuale trăiesc la adâncimi de peste 200 m dar cele din Familia Bathycrinidae au fost identificate la 5820 m adâncime.

S-au putut constata unele relații interspecifice la crinoideele fosile cum ar fi cele de comensalism și parazitism. Astfel, este citată asociația dintre crinoideele paleozoice și gastropodul *Platyceras,* care se fixa permanent pe tegmenul crinoideelor, hrănindu-se cu excrementele lor sau cazul unor ofiuroidee fixate pe tegmenul sau tubul anal al crinoideelor unde găseau adăpost și hrană.

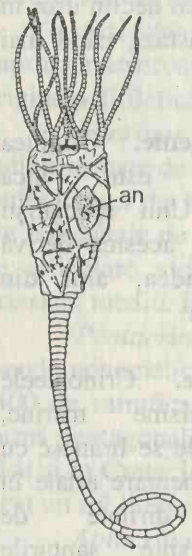


Fig. 256. *Macrocystella* (după E. Hanganu şi colab., 1983); an – placă anală.

Clasa EOCRINOIDEA

Sunt crinozoare arhaice, mai vechi decât crinoideele propriu-zise, care prezintă caractere colective, de cistoidee şi crinoidee, motiv pentru care le prezentăm după aceste clase. Astfel, ca şi cistoideele, eocrinoideele prezintă brahiole în loc de braţe iar cu crinoideele se aseamănă prin pentameria tecii, diferenţierea tegmenului, absenţa porilor tecali, gruparea brahiolelor în cinci fascicule. Erau pedunculate sau nepedunculate. Se cunosc din intervalul Cambrian inferior – Ordovician. Mult timp au fost considerate cistoidee (*Macrocystella*) cu care prezintă mai multe asemănări. Genul *Ascocystis* din Ordovician prezintă afinităţi cu crinoideele din Subclasa Camerata.

Clasa PARACRINOIDEA

Aici sunt cuprinse crinozoare ordoviciene cu teca formată din plăci numeroase dispuse neregulat. Braţele, uniseriate, poartă ramuri simple de asemenea uniseriate. Multe genuri au fost clasate anterior printre cistoidee.

Subîncrengătura ASTEROZOA

Cuprinde echinoderme libere (eleuterozoare) încadrate într-o singură clasă – Stelleroidea.

Clasa STELLEROIDEA

Cuprinde eleuterozoare cu simetrie pentaradiară, corp aplatizat, în formă de stea, şi constituit dintr-un disc central şi cinci braţe dispuse radiar. Scheletul este constituit dintr-un ansamblu de piese numite *osicule*.

În fauna actuală stelleroideele sunt reprezentate prin „stelele de mare" (Subclasa Asteroidea) şi „cozile de şarpe" (Subclasa Ophiuroidea), cu aspect asemănător stelelor de mare.

Clasa Stelleroidea cuprinde trei subclase: Somasteroidea, Asteroidea şi Ophiuroidea.

Subclasa Somasteroidea

Cuprinde steleroidee arhaice, de formă pentagonală, la care brațele nu s-au dezvoltat complet. Genul reprezentativ este *Villebrunaster* (Ordovician inferior, Franța (Fig. 257-A) la care brațele, de formă petaloidă, apar ca porțiuni diferențiate ale feței orale. Pe fața orală, central, este situată gura, mărginită de un spațiu peristomal mare, de formă pentagonală. Acest peristom prezintă cinci inciziuni adânci, îndreptate, câte una, spre zona ambulacrară a fiecărui braț. Din dreptul peristomului pornesc până în vârful brațelor cinci șiruri duble de plăci ambulacrare alterne. Toată suprafața dintre două șiruri de plăci ambulacrare adiacente este ocupată de plăci interambulacrare (*virgale*) – plăci alungite dispuse în serii lineare, oblic în raport cu șirurile de plăci ambulacrare (Fig. 257).

Fața aborală este acoperită parțial sau integral de spiculi asociați într-o rețea cu ochiuri mari; pe această față se află placa madreporică.

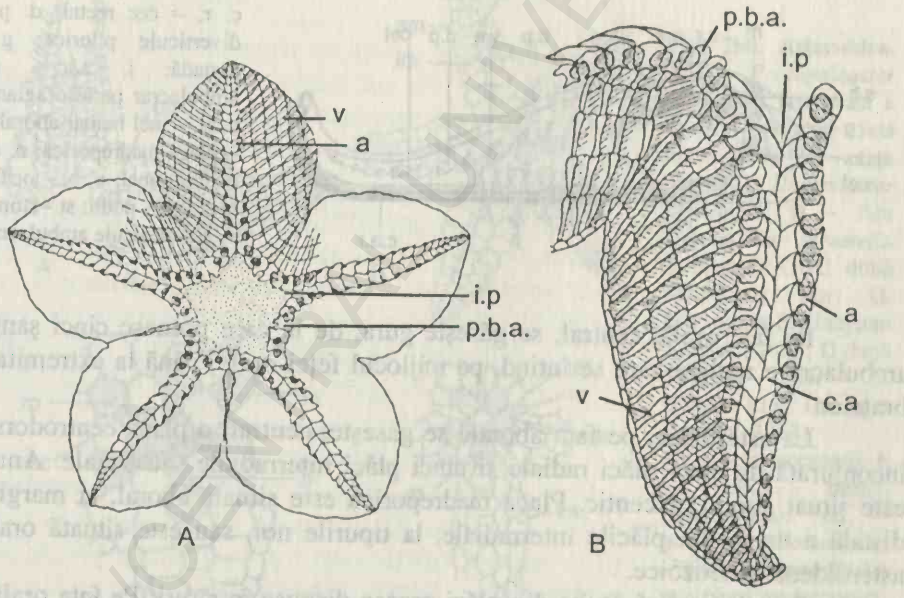


Fig. 257. Somasteroidea. A – *Villebrunaster thorali* (Ordovician inferior) – fața orală; B – *Chinianaster levyi* – fața orală a unui braț (Ordovician inferior) (după Spencer, din G. Ubanghs, în E. Hanganu și colab., 1983); a – plăci ambulacrare; c. a. – canal ambulacrar; i. p. – incizie peristomială; p. b. a. – piese bucale angulare; v – plăci virgale (interambulacrare).

Subclasa Asteroidea

Sunt steleroidee numite şi „stele de mare", cu discul central turtit dorso-ventral şi cu cinci braţe late, scurte sau lungi, dispuse radiar, în care pătrund cecumuri pilorice şi organe genitale. Nu există o limită precisă între discul central şi braţe. Braţele nu se ramifică (Fig. 258).

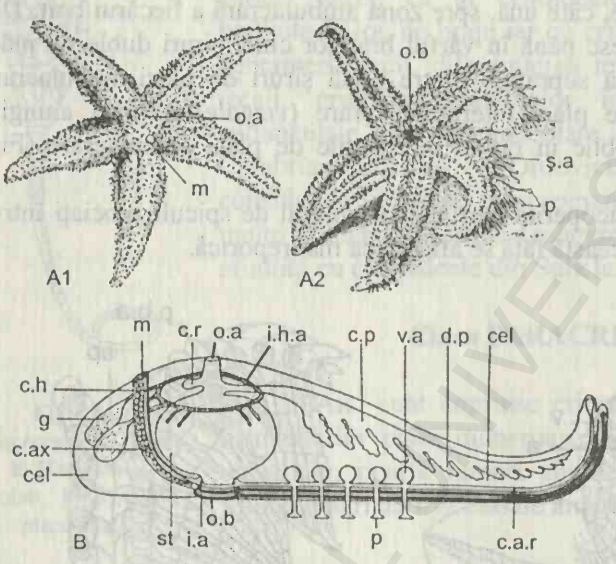


Fig. 258. Asteroidea. A – *Asterias rubens* (Actual): văzută aboral (A1) Şi oral (A2); B – secţiune schematică radiară prin disc şi un braţ la steau de mare (după V. Radu, 1967).
c. a. r. – canal ambulacrar radiar; c. ax. – canal axial; cel – celom; c. h . canal hidrofor; c. p. – cec piloric; c. r. – cec rectal; d. p. – diverticule pilorice; g – gonadă; i. a. – inel ambulacrar periesofagian; i. h. a. – inel hemal aboral; m – placa madreporică; o. a. – orificiu anal; o. b. – orificiu bucal; p – podii; st - stomac; v. a. – vezicule ambulacrare.

Pe faţa orală, central, se găseşte gura, de la care pornesc cinci şanţuri ambulacrare radiare care se întind, pe mijlocul feţei orale, până la extremitatea braţelor.

La asteroidee, pe faţa aborală se găseşte, central, o placă centrodorsală înconjurată de cinci plăci radiale şi cinci plăci interradiale sau bazale. Anusul este situat aboral, excentic. Placa madreporică este situată aboral, la marginea distală a uneia din plăcile interradiale, la tipurile noi, sau este situată oral la asteroideele paleozoice.

Braţele sunt alcătuite din plăci groase dispuse în şiruri. Pe faţa orală se găsesc câte două şiruri de plăci ce mărginesc şanţul ambulacrar (un şir de plăci *ambulacrare* şi un şir de plăci *adambulacrare*); la început, plăcile ambulacrare şi cele adambulacrare erau situate aproximativ în acelaşi plan (orizontal), ulterior plăcile ambulacrare se vor situa deasupra celor adambulacrare, care vor forma un zid în jurul canalului ambulacrar radiar (Fig. 259-A, B).

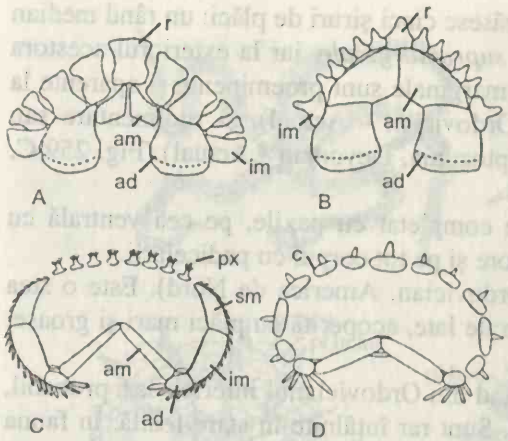


Fig. 259. Scheletul unui braţ în secţiune transversală la asteroidee paleozoice (A, B) şi actuale (schemă). A – *Urastella montana* (Carbonifer - Permian); B – *Salteraster asperrimus* (Carbonifer - Permian); C – la o stea fanerozonică; D – la o stea criptozonică (A, B după J. Piveteau, 1953; C, D după V. Radu, 1967). ad – plăci adambulacrare; am – plăci ambulacrare; c – plăci carinale; im - plăci inframarginale; px – paxile; sm – plăci supramarginale.

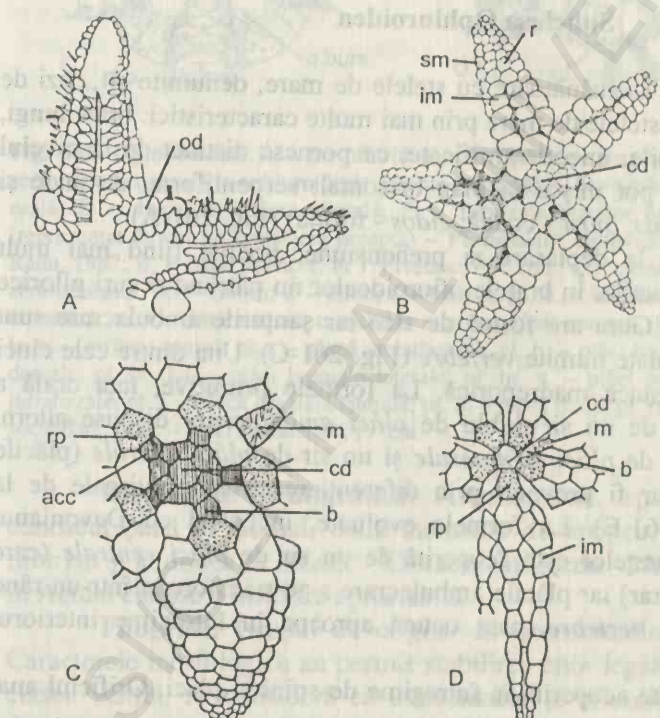


Fig. 260. Asteroidea. A–B – *Protopaleaster matutinus*: faţa orală a braţelor (A) şi faţa aborală (B); C – faţa aborală la *Hudsonaster incomptus*; D – faţa aborală la *Urastella thraivensis* (A-C după Schuchert, din G. Ubaghs, în E. Hanganu şi colab., 1983; D după Spencer, din G. Ubaghs, în E. Hanganu şi colab., 1983). acc – plăci accesorii; b – placă bazală (interradială); cd – placă centrodorsală; im – plăci inframarginale; m – placa madreporică; rp – plăci radiale primare; sm – plăci supramarginale.

Pe fața aborală a unui braț se găsesc cinci șiruri de plăci: un rând median de radiale, flancat de câte un rând de *supramarginale,* iar la exteriorul acestora câte un șir de *inframarginale.* Plăcile marginale sunt proeminente și aparente la fanerozonii (Ordinul Phanerozonia, Ordovician - Actual), și rudimentare sau inaparente la criptozonii (Ordinul Cryptozonia, Devonian - Actual) (Fig. 259-C, D).

Pe fața aborală scheletul este completat cu paxile, pe cea ventrală cu radiole, în jurul gurii cu piese odontofore și pe tot corpul cu pedicelarii.

Hudsonaster (Fig. 260-C) (Ordovician, America de Nord). Este o stea de mare paleozoică fanerozonică cu brațe late, acoperită cu plăci mari și groase; placa madreporică este situată aboral.

Asteroideele se cunosc începând din Ordovicianul inferior dar, probabil, grupul era deja conturat în Cambrian. Sunt rar întâlnite în stare fosilă. În fauna actuală se cunosc circa 1600 de specii.

Subclasa Ophiuroidea

Sunt steleroidee asemănătoare cu stelele de mare, denumite și „cozi de șarpe". Se deosebesc de stelele de mare prin mai multe caracteristici: brațe lungi, subțiri, fine, foarte mobile, uneori ramificate, ce pornesc distinct de la nivelul discului central; ele se pot mișca în plan orizontal, serpentiform, de unde și numele grupului (gr. *ophis*; *oura* – coadă; *eidos* - formă) (Fig. 261-A).

Brațele servesc la deplasare și prehensiune, podiile fiind mai mult organe de respirație și tactile. În brațele ofiuroideelor nu pătrund cecuri pilorice și nici organe genitale. Gura are formă de stea iar șanțurile ambulacrare sunt acoperite de plăci articulate numite *vertebre* (Fig. 261-C). Una dintre cele cinci plăci orale reprezintă placa madreporică. La formele primitive, fața orală a brațelor este acoperită de un șir dublu de *plăci ambulacrare* dispuse altern, mărginit de câte un șir de *plăci sublaterale* și un șir de *plăci laterale* (plăcile sublaterale și laterale ar fi provenit prin diferențierea plăcilor virgale de la somasteroidee) (Fig. 261-E). La formele evoluate, începând cu Devonianul superior, fața orală a brațelor este acoperită de un șir de *plăci ventrale* (care acoperă șanțul ambulacrar) iar plăcile ambulacrare s-au transformat într-un rând de piese mari, numite *vertebre*, care ocupă aproape în întregime interiorul brațelor (Fig. 261-B).

Fața aborală este acoperită în întregime de spini și plăci. Orificiul anal lipsește (Fig. 261-D).

Ofiuroideele se cunosc din Silurianul superior și persistă și astăzi prin circa 2000 de specii. Resturile lor fosile sunt rare și nu prezintă importanță stratigrafică.

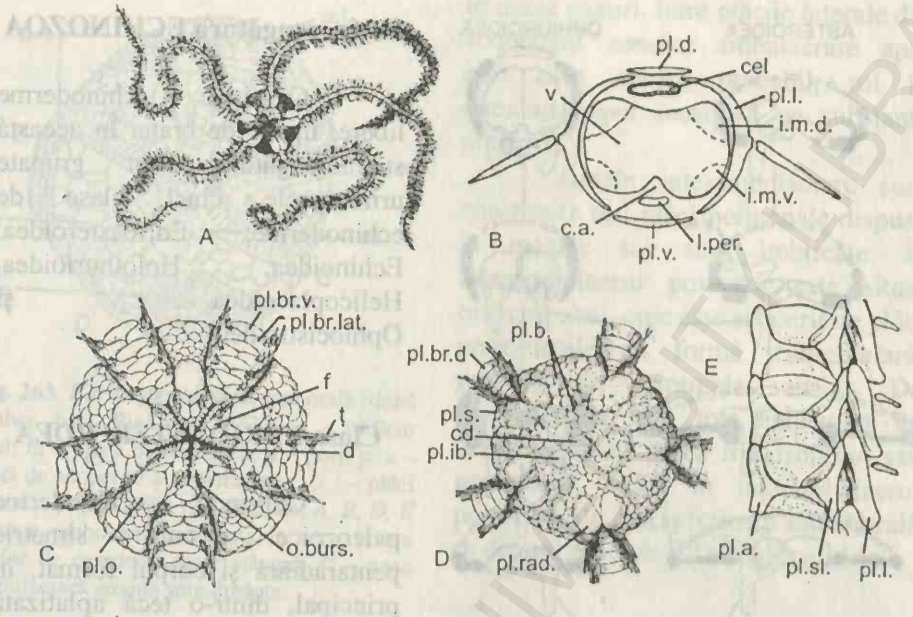


Fig. 261. Ophiuroidea. A – un ofiurid actual (*Ophiotrix fragilis*); B – scheletul unui braţ în secţiune transversală la ophiuroideele recente (schemă); C-D - *Ophiura sarsi*: C – discul în vedere orală; D – discul în vedere aborală; E – dispoziţia plăcilor brahiale la un ofiurid primitiv (reprezentat numai pe jumătatea dreaptă) – *Phragmatis*, Ordovician superior (A, C, D după V. Radu, 1967; B, E după Spencer, în J. Piveteau, 1953); c. a. – canal ambulacrar radiar; cd – placa centrodorsală; cel – celom; d – dinte; f – falcă; i. m. d. – impresiunea muşchilor intervertebrali dorsali; i. m. v. - impresiunea muşchilor intervertebrali ventrali; l. per. – lacună perihemală; o. burs. – orificiu bursal; pl.a. – placă ambulacrară; pl. b. – plăci bazale; pl. br. d. – plăci brahiale dorsale; pl. br. lat. – plăci brahiale laterale; pl. br. v. – plăci brahiale ventrale; pl. i. – plăci infrabazale; pl. l. – placă brahială laterală; pl. o. – placă orală; pl. rad – plăci radiale; pl. s. – plăci secundare; pl.sl. – plăci sublaterale; ţ - ţepi.

Distribuţie stratigrafică. Asterozoarele, apărute în Ordovician, au cunoscut până în Actual, două momente de apogeu: primul în Ordovician - Silurian şi al doilea în Jurasic - Cretacic. În Eocen - Pliocen au fost în declin iar în Actual cunosc o înflorire apreciabilă.

Filogenie. Grupul de origine al asterozoarelor nu este încă precizat. Caracterele morfologice au permis stabilirea unor legături filogenetice în cadrul clasei. Astfel, se consideră că asteroideele şi ofiuroideele au evoluat paralel dintr-un grup comun – *Somasteroidea* (Fig. 262).

Paleoecologie. Asterozoarele sunt echinoderme bentonice care se deplasează prin târâre pe fundul mării, cu faţa orală îndreptată în jos.

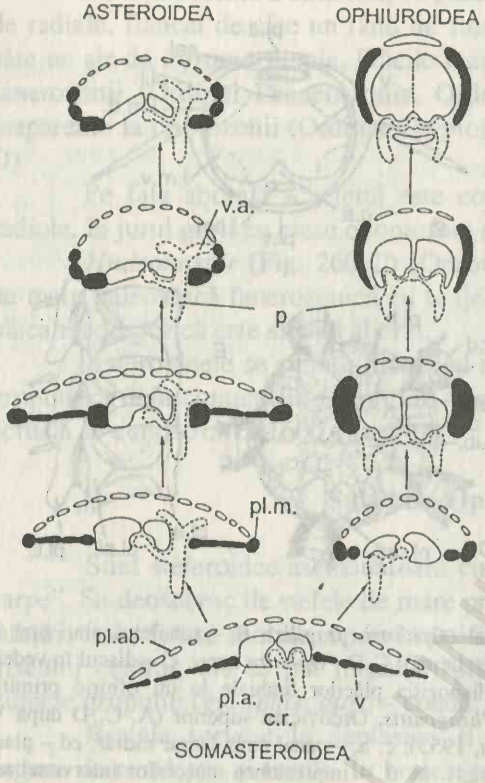


Fig. 262. Evoluția scheletului brahial la Stelleroidea (schema secțiunii transversale prin braț); cu negru sunt figurate plăcile interambulacrare (virgale la somasteroidee) iar cu alb plăcile feței aborale (după Nichols, din R. D. Barnes); c.r. – canal ambulacrar radiar; p – podii; pl. a. – plăci ambulacrare; pl. ab. – plăci aborale; pl. m. – placă marginală; v – plăci virgale (interambulacrare); v. a. – veziculă ambulacrară.

Subîncrengătura ECHINOZOA

Cuprinde echinoderme libere, lipsite de brațe. În această subîncrengătură sunt grupate următoarele cinci clase de echinoderme: Edrioasteroidea, Echinoidea, Holothurioidea, Helicoplacoidea și Ophiocistioidea.

Clasa EDRIOASTEROIDEA

Cuprinde echinoderme paleozoice cu simetrie pentaradiară și corpul format, în principal, dintr-o tecă aplatizată (*edra* – pernă; *aster* - stea), pedunculul fiind, în general, scurt sau lipsește. Nu există brațe sau brahiole (Fig. 263).

Teca, de talie mică (0,5 - 6 cm) are formă, în general, discoidală dar poate fi complet aplatizată sau poate avea formă de sac sau turnuleț; ea poate fi netedă sau ornamentată cu pustule, alveole sau spini fixați pe tuberculii care acoperă zonele ambulacrare.

Fața superioară, sau adorală, prezintă central orificiul bucal acoperit de plăci peristomiale și cinci zone ambulacrare curbate, rareori drepte. Scheletul zonelor ambulacrare este constituit din plăci situate în adâncimea tecii, la baza zonelor, și plăci care formează acoperișul zonelor. Acestea din urmă se dispun biseriat, la cea mai mare parte a genurilor.

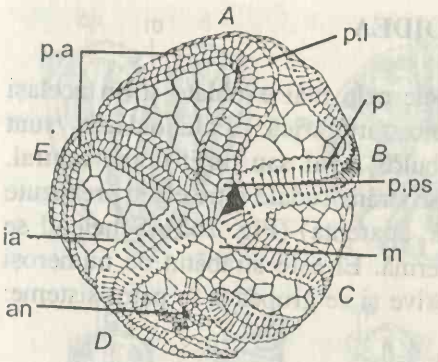


Fig. 263. ***Edrioaster bigsbyi***, fața orală (după Bather, în J. Piveteau, 1953); an – orificiu anal; m – placa madreporică; p – pori; p. a – plăci de acoperire a ambulacrelor; p. l – plăci laterale; p. ps – plăci peristomiale; *A, B, D, E* – zone ambulacrare curbate în sens invers acelor de ceasornic (spre stânga); *C* – zona ambulacrară arcuită spre dreapta.

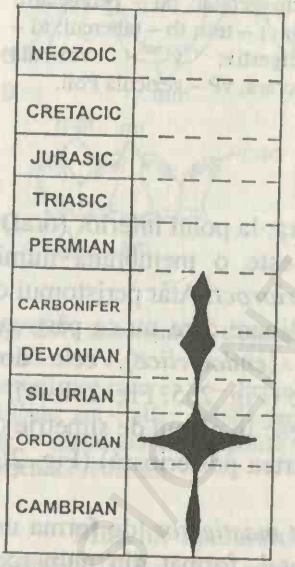


Fig. 264. Distribuția stratigrafică a edrioasteroideelor (bazat pe G. Regnéll, în R. C. Moore, 1966).

În unele cazuri, între plăcile laterale din acoperișul zonelor ambulacrare apar pori care aveau, probabil, rol în circulația apei încărcată cu substanțe nutritive.

Zonele interambulacrare sunt constituite din plăci poligonale dispuse în mozaic sau sunt imbricate. În interambulacrul posterior este situat orificiul anal, care este acoperit de plăci periproctale de formă triunghiulară, grupate în piramida anală. De asemenea, a mai fost evidențiat un orificiu care ar putea fi hidroporul sau gonoporul, situat în interambulacrul posterior. Pe fața inferioară sau aborală se dispun plăci de diferite dimensiuni.

Edrioaster (Fig. 263) (Ordovician, Canada). Prezintă caracteristicile amintite mai sus dar este fără peduncul; piramida anală lipsește, orificiul anal fiind acoperit de plăci numeroase cu contur neregulat.

Distribuție stratigrafică. Edrioasteroideele au apărut în Cambrianul inferior și sunt cunoscute până în Carboniferul inferior când dispar din formațiunile fosilifere. Apogeul l-au atins în Ordovicianul mediu (Fig. 264).

Paleoecologie. Edrioasteroidele erau animale bentonice, litorale, care trăiau, de preferință, fixate cu fața aborală pe diferite organisme: porifere, corali, conulariide, briozoare, brahiopode, bivalve, cistoidee, crinoidee sau pe exuvii de trilobiți, rareori direct pe substrat.

Clasa ECHINOIDEA

Această clasă cuprinde echinodermele cele mai evoluate şi, în acelaşi timp, cu cea mai mare importanţă biostratigrafică. Echinoideele sunt echinoderme libere, mobile, cu corpul globulos, oval sau turtit dorso-ventral, protejat de un *test* alcătuit din plăci calcaroase strâns sudate între ele şi prevăzute cu spini (gr. *ekhinos* – arici; *eidos* – formă, aparenţă) (Fig. 265). Scheletul se dezvoltă în dermă şi este acoperit de epidermă. El este străbătut de numeroşi pori. Plăcile scheletice apar în cicluri succesive şi se grupează în patru sisteme: *apical*, *periproctal*, *coronal* şi *peristomal*.

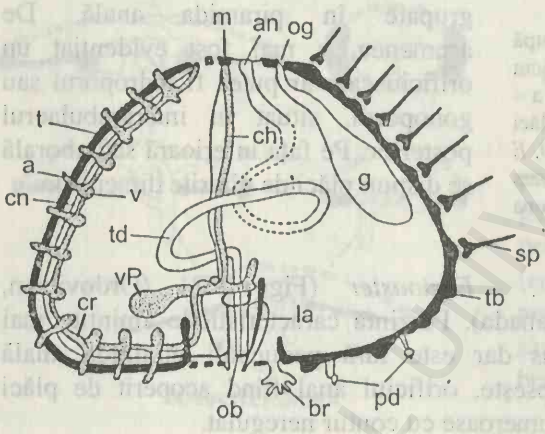


Fig. 265. Organizarea schematică a unui arici de mare (după V. Barbu, 1968); a – ambulacru; an – anus; br – branhie; ch – canal hidrofor; cn – cordon nervos; cr – canal ambulacrar radiar; g – gonadă; la – lanterna lui Aristotel; m – placa madreporică; ob – orificiu bucal; og – orificiu genital; pd – pedicelarii; sp – spin; t – test; tb – tubercul; td – tub digestiv; v – veziculă ambulacrară; vP – veziculă Poli.

Testul prezintă două deschideri principale: gura, la polul inferior (oral) şi anusul, la polul superior (aboral). În jurul gurii este o membrană numită *peristom* iar în jurul anusului, o membrană numită *periproct*. Atât peristomul cât şi periproctul sunt încrustate cu numeroase plăcuţe libere care nu se păstrează prin fosilizare. La echinidele denumite *regulare* (*endociclice*), cele două deschideri se găsesc la cei doi poli ai axei de simetrie (Fig. 265, Fig. 268-A), pe când la formele *iregulare* (*exociclice*), acestea se găsesc în planul de simetrie (ca urmare a migrării anusului de la polul apical spre partea posterioară) (Fig. 268-B-D).

Majoritatea echinoideelor prezintă un *aparat masticator*, de forma unei piramide pentagonale, numit şi *lanterna lui Aristotel*, format din numeroase piese calcaroase (Fig. 266). Acest aparat masticator este format din cinci piramide cu baza triunghiulară în interiorul cărora se găseşte o piesă lungă şi ascuţită numită *dinte*. Vârfurile celor cinci dinţi se văd la exterior, ieşind din orificiul bucal.

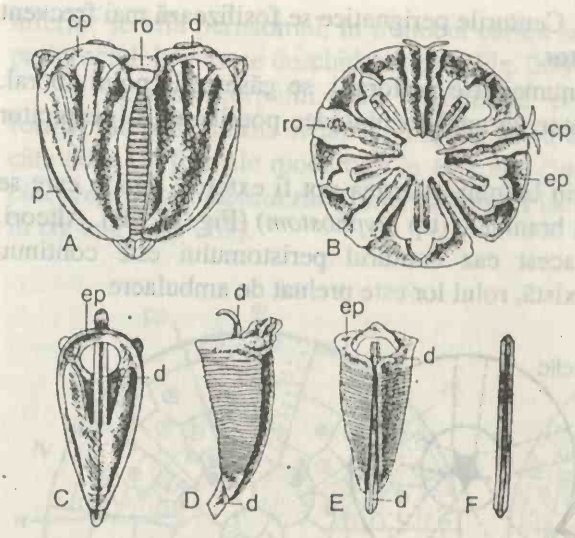


Fig. 266. Lanterna lui Aristotel la un echinid regular (*Echinus*) (după V. Radu, 1967); A – vedere laterală; B – vedere aborală; C – o piramidă izolată văzută pe faţa externă; D – aceeaşi văzută în plan radial (faţa dintre piramide); E – aceeaşi văzută dinspre axul central; un dinte izolat; cp – compas; d – dinte, ep – epifiză; p – piramidă; ro – rotulă.

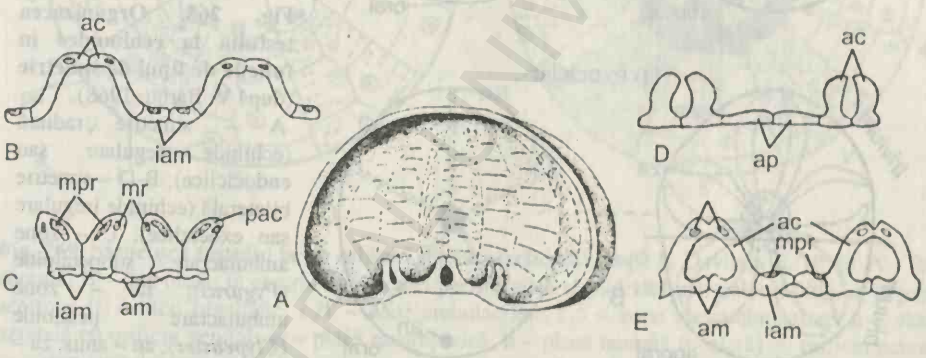


Fig. 267. Echinoidea. Centuri perignatice (A după L. Davitaşvili, 1956; B-E după H. G. Termier, în J. Piveteau, 1953). A – secţiune prin *Strongylocentrotus* în care se văd apofizele centurii perignatice; B – Echinothuridae; C – Cidaridae; D – Saleniidae; E – Echinidae; ac – auricule; am – plăci ambulacrare; ap – apofize (interambulacrare); iam – plăci interambulacrare; pac – pseudoauricule (apofize); mpr – impresiunile muşchilor protractori; mr - impresiunile muşchilor retractori.

Muşchii aparatului masticator se fixează de partea internă a plăcilor interambulacrare (la majoritatea echinoideelor paleozoice) sau de *centurile perignatice* – apofize în formă de aripă dezvoltate pe plăcile bazicoronale interambulacrare (la Cidaroidae). La alte echinoidee, aceşti muşchi se fixează de proeminenţe numite *auricule,* ridicate din dreptul plăcilor ambulacrare ale

marginii peristomale (Fig. 267). Centurile perignatice se fosilizează mai frecvent decât piesele aparatului masticator.

Placa madreporică, cu numeroase perforații, se găsește la polul aboral. Podiile au în esență rol locomotor; la unele echinoidee podiile au rol respirator sau tactil.

Echinoideele respiră prin branhii. Acestea pot fi externe, caz în care se observă în jurul gurii 10 scizuri branhiale (tip *glyphostom*) (Fig. 275-B). Alteori, branhiile sunt interne şi în acest caz conturul peristomului este continuu (*holostom*); când branhiile nu există, rolul lor este preluat de ambulacre.

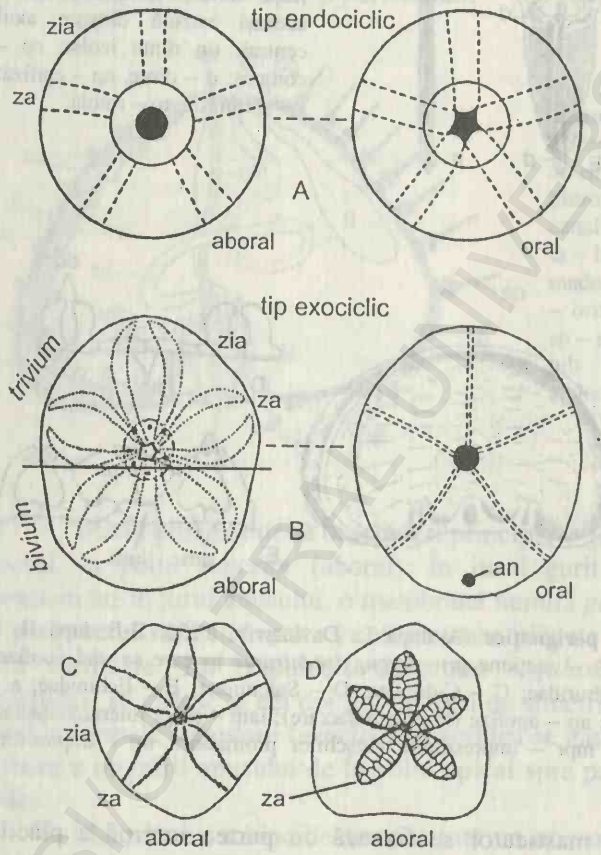


Fig. 268. Organizarea testului la echinoidee în funcție de tipul de simetrie (după V. Barbu, 1968).
A – simetrie radiară (echinide regulare sau endociclice); B-D – simetrie bilaterală (echinide iregulare sau exociclice); C – zone ambulacrare subpetaloide (*Pygurus*); D – zone ambulacrare petaloide (*Clypeaster*); an – anus; za – zonă ambulacrară; zia – zonă interambulacrară.

Scheletul. Alcătuirea testului este diferită la cele două categorii de echinoidee, regulare şi iregulare.

Testul la echinoideele regulare (endociclice). Echinoideele regulare, cu simetria pentaradiară nealterată, au un test globulos, aproape sferic. La polul

inferior se află peristomul, în mijlocul căruia se află gura, iar la polul superior, periproctul, în care se deschide anusul (Fig. 268-A).

Peretele corpului, care alcătuieşte coroana (*sistemul coronal*), este format din plăci strâns sudate şi dispuse în 20 de şiruri meridiane grupate, două câte două (la formele moderne), în 10 zone: *cinci zone ambulacrare* (*radiale*) şi *cinci zone interambulacrare* (*interradiale*). Plăcile sunt unite între ele prin suturi în zig-zag (Fig. 269).

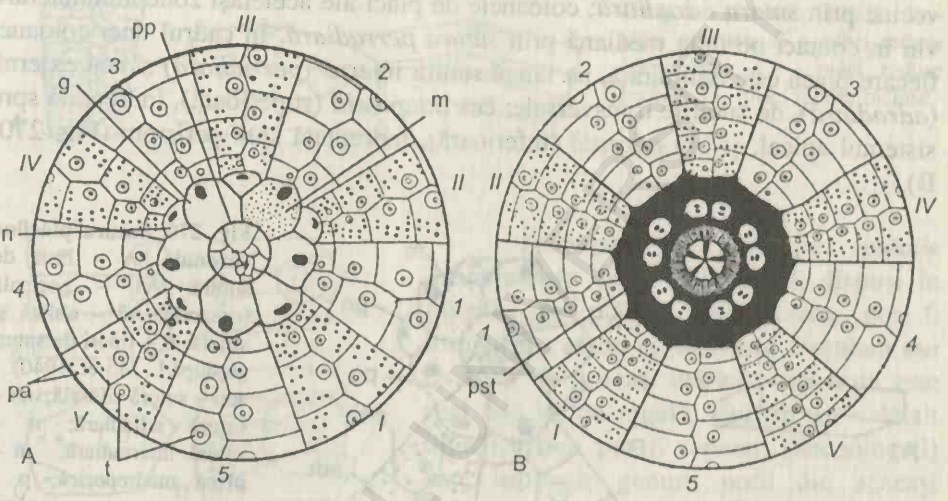


Fig. 269. Structura testului la un echinid regular (schemă) (după L. Davitaşvili, 1956). A – faţa aborală; B – faţa orală; în centrul membranei peristomiale se văd vârfurile celor 5 dinţi iar în jurul acestora 10 orificii branhiale; *I-IV* – zone ambulacrare; 1-5 – zone interambulacrare; g – placă genitală cu orificiu genital; m – placa madreporică; n – placă neurală (ocelară) cu orificiu neural; pa – pori ambulacrari; pp – periproct; pst – peristom; t – tuberculi.

Zonele ambulacrare sunt înguste şi formate din plăci mici, dispuse, la formele actuale, în două coloane (la unele forme fosile putând fi mai multe coloane) şi prevăzute cu pori prin care ies ambulacrele. La formele primitive de echinoidee regulare, zonele ambulacrare sunt înguste şi rectilinii pe tot traiectul lor, în timp ce la formele mai evoluate ele sunt ondulate (la *Cidaris*) sau lăţite (la *Hemicidaris*). Prin ondularea zonelor ambulacrare numărul plăcilor ambulacrare a crescut şi, implicit, s-a mărit numărul podiilor; prin lăţirea zonelor ambulacrare s-a mărit suprafaţa de inserţie a tuberculilor şi, corelativ, capacitatea locomotoare a animalului.

Zonele interambulacrare, mai late, sunt formate din plăci mari, prevăzute cu tuberculi pe care se prind ţepii. La genurile paleozoice, zonele

interambulacrare sunt formate din mai multe coloane de plăci (14 sau chiar mai multe) iar la cele postpaleozoice din două coloane alterne separate de sutura mediană (interradiară). La multe genuri de echinoidee endociclice din Mesozoic, plăcile ambulacrare sunt mari (*plăci majore*), cu pori numeroşi, rezultate din unirea mai multor plăci mici.

Sutura plăcilor coronale. Plăcile sunt separate prin diferite suturi. Suprafaţa suturală poate fi dreaptă (normală) sau oblică şi striată (Fig. 270-A). Plăcile zonelor ambulacrare sunt separate de plăcile zonelor interambulacrare vecine prin *sutura adradiară*; coloanele de plăci ale aceleiaşi zone ambulacrare vin în contact pe linia mediană prin *sutura perradiară*. În cadrul unei coloane, fiecare placă este delimitată, pe lângă sutura internă (*perradiară*) şi cea externă (*adradiară*), de suturile transversale: cea *adapicală* (superioară), îndreptată spre sistemul apical, şi cea *adorală* (inferioară), îndreptată spre peristom (Fig. 270-B).

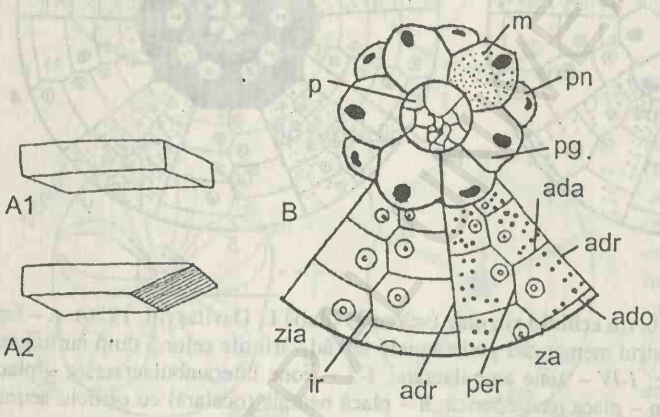


Fig. 270. Sutura plăcilor coronale. A - linii de sutură: A1 – normală (dreaptă); A2 – oblică şi striată; B – tipuri de suturi (A după L. Moret, 1940). ado – sutură adorală; adr – sutură adradiară; ir – sutură interradiară; m – placa madreporică; p – periproct; pg – placă genitală; pn – placă neurală; per – sutură perradiară; za – zonă ambulacrară; zia – zonă interambulacrară.

Plăcile ambulacrare, care se întind de la sutura adradiară la sutura perradiară, se numesc *plăci primare*. Sunt cazuri când unele plăci ambulacrare nu vin în contact cu una sau cu ambele suturi amintite şi se numesc *plăci reduse*. Acestea pot fi de trei feluri: *demiplăci*, care ajung numai la sutura adradiară; *plăci închise*, care mărginesc numai sutura perradiară, şi *plăci incluse*, care nu ajung la suturile adradiară şi perradiară (Fig. 271).

Sudura plăcilor coronale. Plăcile ambulacrare elementare se pot suda între ele, rezultând mai multe tipuri de *plăci majore* (Fig. 272).

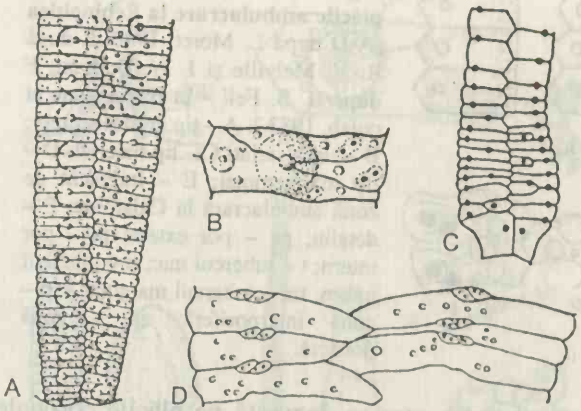


Fig. 271. Echinoidea. Tipuri de plăci ambulacrare (după R. V. Melville şi J. W. Durham, în E. Hanganu şi colab. 1983). A – plăci primare; B – plăci reduse (demiplăci); C – plăci reduse închise; D – plăci reduse incluse.

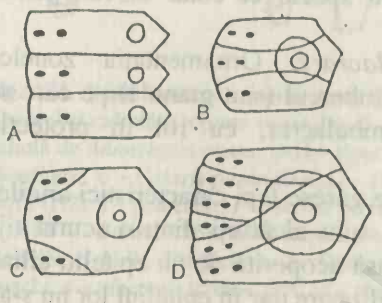


Fig. 272. Tipuri de sudură a plăcilor la aricii de mare (după L. Moret, 1940). A – tip *Cidaris* (normal); B – tip *Diadema*; C – tip *Arbacia* (trisociat); D – tip *Phymosoma* (plurisociat).

Dispoziţia porilor pe plăcile ambulacrare (Fig. 273). Porii, dispuşi în pereche pe plăcile ambulacrare, pot fi asemănători între ei, de formă circulară sau ovală şi de aceeaşi mărime, sau unul este mai mic şi, de regulă, circular iar celălalt alungit. Porii pot fi separaţi (neconjugaţi) sau, la unele genuri, porii din aceeaşi pereche se unesc printr-un canal (pori conjugaţi).

Dispoziţia porilor în cadrul plăcilor ambulacrare poate varia; ei pot fi dispuşi uniseriat, biseriat, triseriat sau toxogeminat (în formă de arc). Pe unele plăci, în apropierea celor doi pori, se află un al treilea por prin care iese nervul ambulacrului (*neuropor*).

La majoritatea echinoideelor regulare o placă ambulacrară este constituită dintr-o zonă externă care poartă porii (*zona poriferă*), şi o zonă internă, mai mare, ornamentată cu tuberculi (*zona interporiferă*); tuberculii sunt dispuşi pe două rânduri: rândul extern format din tuberculi marginali mari, situaţi în vecinătatea porului intern, şi rândul intern, cu tuberculi mici (Fig. 273-E).

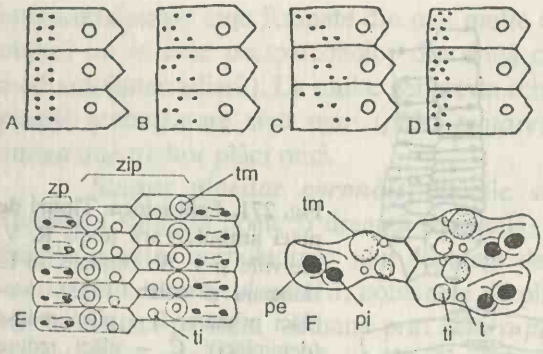


Fig. 273. Dispoziția porilor pe plăcile ambulacrare la Echinoidea (A-D după L. Moret, 1940; E după R. V. Melville și J. W. Durham; F după H. B. Fell – în E. Hanganu și colab, 1983). A – tip uniseriat drept; B – tip biseriat; C – tip triseriat; D – tip toxogeminat; E – fragment de zonă ambulacrară la Cidaroida; F – detaliu; pe – por extern; pi – por intern; t – tubercul mic; ti – tubercul intern; tm – tubercul marginal; zip – zonă interporiferă; zp – zonă poriferă.

Țepii și tuberculii. Țepii (spinii), care se dezvoltă pe plăcile coronale, constituie elemente importante ale scheletului. Ei cad, adesea, după moartea animalului. Forma țepilor variază nu doar cu specia ci chiar în funcție de diversele regiuni ale coroanei.

Țepii și tuberculii zonelor ambulacrare. Ornamentația zonelor ambulacrare este simplă și constă într-un mic tubercul (sau granulă) pe care se prind țepi mici și înclinați spre porul ambulacrar, cu rol în protecția ambulacrelor.

Pe plăcile ambulacrare ale feței orale se găsesc țepi caracteristici aricilor de mare numiți *sferidii* (Fig. 274-J). Aceștia sunt alcătuiți dintr-o scurtă tijă calcaroasă terminată cu o extremitate globuloasă acoperită de un epiteliu ciliat. La baza lor se află un inel nervos și celule ganglionare dar în epiteliul lor nu s-au găsit celule senzitive. Uneori sferidiile sunt situate în gropițe complet închise în care stau suspendate ca un statolit. Sferidiile sunt considerate organe de simț, probabil chimic sau de echilibru.

Țepii și tuberculii zonelor interambulacrare. Plăcile interambulacrare sunt ornamentate cu țepi mai puternici și pedicelarii. *Țepii* (numiți și *radiole* la Cidaroidea) (Fig. 274-A) prezintă trei părți morfologice distincte: capul, gâtul și corpul. Ei sunt prinși pe un *tubercul* (*mamelon*). Mamelonul este situat în vârful unui con, neted sau ornamentat, înconjurat de tuberculi mai mici (*scrobiculari*). Radiolele sunt articulate pe tubercul prin intermediul unui ligament și mișcate prin acțiunea unor mușchi (prinși de radiolă și de șanțul scrobicular). Ele au forme și dimensiuni variate (Fig. 274-D-H).

Pedicelariile sunt structuri mici, alungite, cu aspect de clește, fixate pe tuberculii mici; ele au rolul de a curăța corpul animalului de impurități sau paraziți (Fig. 274-I).

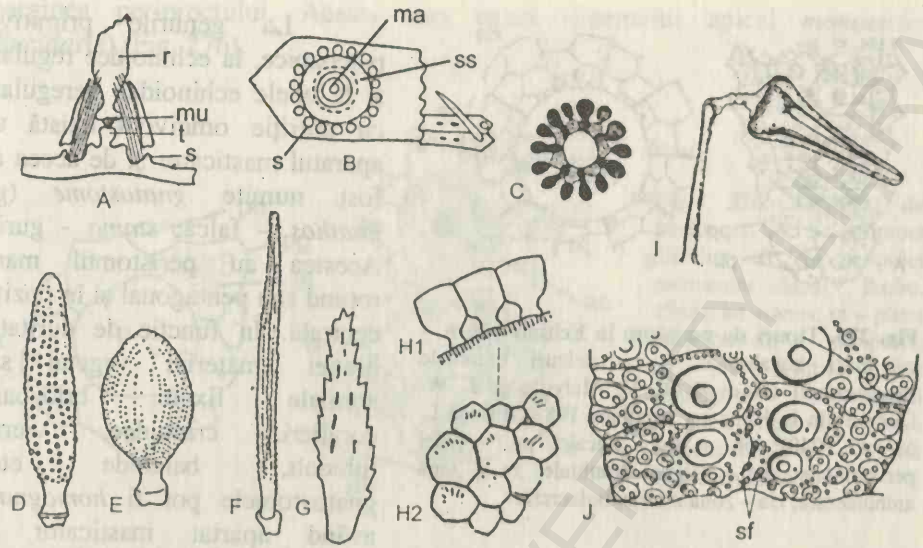


Fig. 274. Ţepi, tuberculi, pedicelarii şi sferidii la Echinoidea. A – placă interambulacrară cu tubercul şi radiolă (secţiune verticală); B – aceeaşi văzută de sus; C – secţiune transversală printr-o radiolă de *Ananchytes ovata*; D-H – tipuri morfologice de ţepi: D – *Cidaris cervicalis*; E - *Cidaris glandifera*; F – *Cidaris parandieri*; G – *Porocidaris veronensis*; H – *Colobocentrotus*, faţă (H1) şi profil (H2); I – pedicelar; J – sferidii pe faţa adorală a zonei ambulacrare la *Strongylocentrotus* (A-C după V. Barbu, 1968; C-G după L. Moret, 1940; H după L. Davitaşvili, 1956; I după R. V. Melville şi J. W. Durham, în E. Hanganu şi colab., 1983); cl – cleşte; ma – mamelon; mu – muşchi; s – tuberculi scrobiculari; sf – sferidii; ss – şanţ scrobicular; t – tubercul.

Peristomul (Fig. 275). Membrana peristomială este delimitată de ultimele plăci mari coronale, denumite *bazicoronale*. La formele vii, peristomul este acoperit de o membrană flexibilă pe care se dispun numeroase plăcuţe calcaroase *peristomiene*. La *Cidaris* (Actual), plăcuţele peristomiene se dispun în şiruri radiare ce corespund cu plăcile coroanei. La formele fosile peristomul şi plăcuţele lui nu se conservă ca atare, în locul acestuia rămânând doar o deschidere mare.

Modificări ale peristomului şi ale aparatului masticator. La echinoideele regulare paleozoice şi la cidaroideele cu branhii interne peristomul este *holostom* (are contur continuu), pe când la echinoideele cu branhii externe peristomul este tăiat de scizurile branhiale (*glyphostom*) (Fig. 275-B).

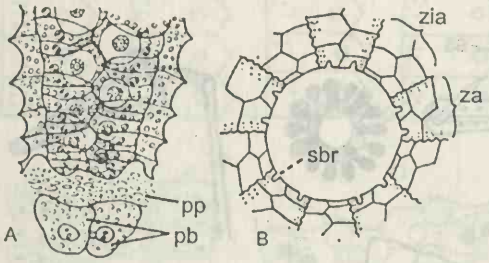


Fig. 275. Tipuri de peristom la Echinoidea. A – cu plăci bucale; B – cu scizuri branhiale (*glyphostom*) (A după R. V. Melville şi J. W. Durham, în E. Hanganu şi colab., 1983; B după L. Moret, 1940); pb – plăci bucale; pp – plăci peristomiale; sbr – scizuri branhiale; za – zonă ambulacrară; zia – zonă interambulacrară.

La genurile primitive, paleozoice, la echinoidee regulare şi la unele echinoidee neregulare cu nutriţie omnivoră există un aparatul masticator şi de aceea au fost numite *gnatostome* (gr. *gnathos* – falcă; *stoma* - gură). Acestea au peristomul mare, rotund sau pentagonal şi în poziţie centrală. În funcţie de duritatea hranei (material vegetal sau animale fixate: briozoare, coralieri, crinoidee, viermi tubicoli, balanide etc.) gnatostomele pot fi *homognate*, având apartat masticator cu simetrie pentaradiară, sau *heterognate*, când aparatul masticator prezintă o simetrie bilaterală ca urmare a unei turtiri în plan vertical. Restul echinoideelor iregulare, care se hrănesc microfag – limnivor, nu prezintă aparat masticator şi sunt numite *atelostomate* (gr. *ateles* – incomplet; *stoma* - gură). La atelostomatele mai evoluate (Spatangoida) peristomul, micşorat şi deplasat anterior, devine oval-alungit sau semilunar. La Micrasteridae, Schizasteridae şi altele, buza superioară a peristomului ia forma unei lopeţi cu care animalul rade şi adună mâlul pe care îl ingeră.

Periproctul reprezintă o deschidere în sistemul de plăci situată la polul apical, acoperită de o membrană flexibilă străbătută de orificiul anal. Membrana periproctală este acoperită cu plăcuţe calcaroase *periproctale*. La genul actual *Cidaris*, aceste plăcuţe sunt dispuse în cercuri concentrice şi în mărime descrescătoare spre orificiul anal.

Periproctul este înconjurat de un ansamblu de 10 plăci dispuse în două cicluri a câte cinci plăci, constituind *sistemul apical*. Primul ciclu este format din cinci plăci mari *genitale* care prezintă câte un *por genital*, una dintre ele, mai mare, fiind *placa madreporică*; din dreptul lor se desfăşoară zonele interambulacrare. Al doilea ciclu este format din cinci plăci mai mici – *neurale* – fiecare placă neurală fiind perforată de câte un *por neural* prin care trece un cordon nervos spre epidermă; din dreptul lor se întind, radiar, zonele ambulacrare. O asemenea configuraţie *diciclică* a sistemului apical prezintă unele echinide precum *Cidaris*. La alte genuri, plăcile neurale sunt intercalate între plăcile genitale, toate formând un singur ciclu de plăci care atinge direct

marginea periproctului. Acesta este cazul sistemului apical *monociclic* (*Eucidaris*) (Fig. 276).

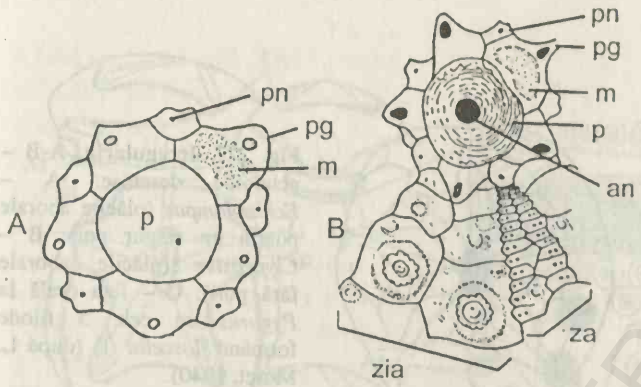


Fig. 276. Tipuri de periproct. A – periproct diciclic; B – periproct monociclic (după V. Barbu, 1968); an – anus; m – placa madreporică; p – periproct; pg – placă genitală cu por genital; pn – placă neurală cu por neural; za – zonă ambulacrară; zia – zonă interambulacrară.

Testul la echinoideele iregulare (exociclice). Echinoideele iregulare, cu simetria pentaradiară alterată, care trăiesc afundate în nisip, au testul aplatizat dorsoventral, cu pereții subțiri. Testul prezintă o *simetrie bilaterală* care se suprapune celei pentaradiare, realizată ca urmare a deplasării animalului după o singură direcție – cea anterioară. El este format, ca și în cazul majorității echinoideelor regulare, din 20 de șiruri de plăci meridiane, grupate în 10 zone dar anusul este deplasat din centrul periproctului, în zona interambulacrară posterioară, fiind situat terminal sau ușor ventral. Orificiul bucal este situat pe fața inferioară (ventrală) central sau deplasat anterior (Fig. 268-B).

Zonele ambulacrare se lățesc pe fața superioară (dorsală), luând forma unei petale, apoi se îngustează pe fața inferioară (orală sau ventrală); pe fiecare placă ambulacrară de pe partea superioară a testului, porul extern se alungește unindu-se printr-un șanț cu porul intern, nemodificat. Pe fața orală, plăcile ambulacrare păstrează numai un singur por, punctiform (*Clypeus*, *Pygurus*). Acest tip de zonă ambulacrară se numește *subpetaloidă* (Fig. 268-C).

La alte genuri, zona ambulacrară se împarte în două părți: o parte superioară cu plăci mici, cu pori dubli și uniți prin șanțuri, și o parte inferioară care se întinde pe fața orală, formată din plăci mari, cu câte un singur por ca la *Echinolampas* (Fig. 277-A) sau fără pori, ca la *Clypeaster* (Fig. 277-B). În acest caz, zona ambulacrară se numește *petaloidă*. Petaloida se numește *închisă* (la *Scutella*), atunci când șirurile de pori se unesc pe axa zonei ambulacrare, și *deschisă* când șirurile de pori nu se unesc (*Clypeaster*). Trei petaloide sunt îndreptate anterior, formând un *trivium* și două sunt îndreptate posterior, formând un *bivium*. Datorită specializării accentuate, la unele genuri de

echinoidee exociclice zona ambulacrară mijlocie din trivium (zona III) se deosebeşte mult de celelalte două zone alăturate.

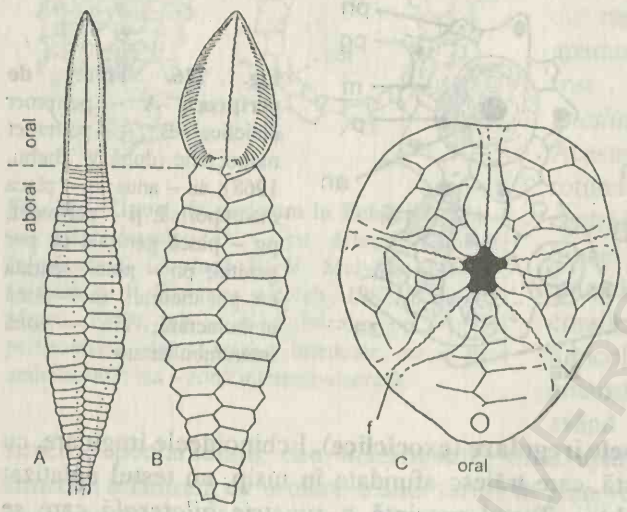


Fig. 277. Irregularia. A-B – petaloide deschise: A – *Echinolampas* (plăcile aborale poartă un singur por); B – *Clypeaster* (plăcile aborale fără pori); C – faţa orală la *Pygurus* cu cele 5 filode formând *floscella* (f) (după L. Moret, 1940).

Pe faţa orală, la unele atelostomate cu peristom central (*Pygurus*), zonele ambulacrare din jurul peristomului sunt adâncite, având o formă foliară, şi se numesc *filode*; totalitatea lor, împreună cu „bureleţii" ce le despart, constituie *floscela* (Fig. 277-C). Filodele se pot suda lateral, producând discontinuitatea zonelor interambulacrare.

Genurile la care aparatul masticator se păstrează se numesc *gnatostome*. La cele detritivore (*Spatangoida*) lanterna lui Aristotel dispare, aceste genuri fiind numite *atelostome*.

Sistemul apical la echinidele iregulare nu mai are aspect de rozetă ci se alungeşte (*Ananchytes*). Uneori, una din plăcile genitale dispare, rămânând numai patru plăci genitale, alteori plăcile genitale se sudează între ele, formând o placă mare pentagonală iar plăcile neurale se ataşează pe laturile ei (*Clypeaster*). Podiile nu mai servesc la deplasare ci numai la respiraţie. Lanterna lui Aristotel devine asimetrică sau dispare (la cele detritivore). Ţepii sunt mici, deşi, dispuşi dezordonat, şi pot fi concentraţi în anumite zone.

Unele echinoidee iregulare prezintă pe zonele interambulacrare cili mici, modificaţi numiţi *clavule* (Fig. 278-C), dispuşi în una sau mai multe benzi numite *fasciole*, care servesc la crearea curenţilor de apă. Fasciolele ocupă poziţii diferite pe suprafaţa plăcilor interambulacrare de pe faţa adapicală (superioară) (Fig. 278-A-B); ele nu se întâlnesc niciodată pe faţa adorală (inferioară).

La unele echinoidee iregulare din zona litorală (*Clypeaster, Scutella*), peretele corpului este întărit printr-un *endoschelet* reprezentat prin stâlpi de susținere și pereți radiari (Fig. 284-A).

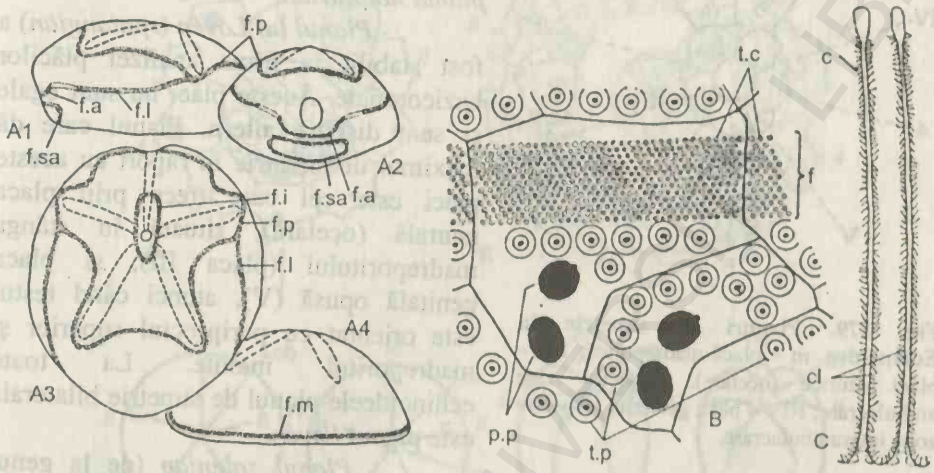


Fig. 278. Fasciole și clavule la Echinoidea. A – tipuri de fasciole: A1 – vedere laterală; A2 – vedere posterioară; A3 – vedere aborală; A4 – vedere laterală; B – fasciolă în detaliu; C – clavule (detaliu); f. i – fasciolă internă (în partea internă a regiunii adapicale); f. l – fasciolă laterală (de la fasciola peripetală spre periproct); f. m – fasciolă marginală (înconjoară ambitusul imediat la limita feței adorale); f. p – fasciolă peripetală (cuprinde zonele ambulacrare petaloide și sistemul apical); f. sa – fasciolă subanală (situată sub periproct, în regiunea posterioară a testului) (A după R. V. Melville și J. W. Durham, în E. Hanganu și colab., 1983; B, C după J. W. Durham, din E. Hanganu și colab., 1983).

Simetria și orientarea testului la echinoidee. În evoluția echinoideelor se constată o suprapunere progresivă a simetriei bilaterale peste simetria radiară. În procesul revenirii la simetria bilaterală (strămoșii echinodermelor au avut simetrie bilaterală), gura rămâne totdeauna pe fața orală, central sau deplasată anterior, în schimb anusul se deplasează în zona interambulacrară III (sau posterioară), ajungând la ambitus (extremitatea feței aborale) sau chiar pe fața orală. Deplasarea anusului este corelată cu evoluția ambulacrelor, respectiv cu trecerea acestora de la funcția locomotoare la cea respiratoare, în procesul adaptării la viața în substrat nisipos-mâlos. Ca urmare, poziția anusului reprezintă un caracter evolutiv cu valoare taxonomică.

Stabilirea planurilor de simetrie la echinoidee se face după mai multe criterii (Fig. 279):

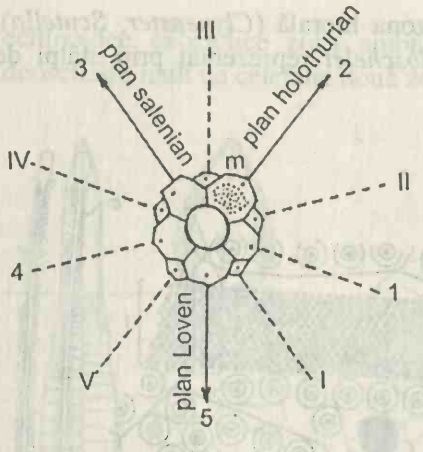


Fig. 279. Planuri de simetrie la Echinoidea. m – placă madreporică; 1-5 – plăci neurale (ocelare), respectiv zone ambulacrare; I-IV – plăci genitale, respectiv zone interambulacrare.

- Planul de simetrie meridian care trece prin placa madreporică (2) şi placa genitală opusă (V), corespunzător planului de simetrie de la holoturii, este *planul holoturian.*

- *Planul lui Lovén* (*spatangian*) a fost stabilit în urma analizei plăcilor bazicoronale. Aceste plăci nu sunt egale şi sunt dispuse altern. Planul care dă maximul de simetrie în raport cu aceste plăci este cel care trece prin placa neurală (ocelară), situată în stânga madreporitului (placa III), şi placa genitală opusă (V), atunci când testul este orientat cu periproctul superior şi madreporitul înainte. La toate echinoideele planul de simetrie bilaterală este planul *Lovén.*

- *Planul salenian* (de la genul *Salenia*) trece prin placa neurală I, pe care o atinge orificiul anal, şi placa genitală opusă (3).

Numerotarea plăcilor apicale şi coronale (Fig. 280). Acest lucru se face, atât la echinoideele regulare cât şi la cele iregulare, conform cu sistemul *Lovén,* cel mai utilizat, în felul următor: se notează cu cifre romane plăcile neurale şi zonele ambulacrare şi cu cifre arabe plăcile genitale şi zonele interambulacrare. Pe faţa aborală (superioară), placa neurală I este situată posterior şi la dreapta axului de simetrie, fiind urmată în partea anterioară dreaptă de placa II şi apoi placa III, situată anterior, placa IV în partea anterioară stânga şi placa V în partea posterioară stânga. Plăcile genitale se notează astfel: placa genitală 1 este situată în partea dreaptă şi posterior, între neuralele I şi II; placa 2 (madreporitul) în partea anterioară dreaptă; placa 3 în partea anterioară stângă; placa 4 în stânga şi posterior şi placa 5 în partea posterioară, opus plăcii neurale III. Pe faţa orală (inferioară), numerotarea se face în sensul mişcării acelor de ceasornic, astfel încât zona ambulacrară I este în partea posterioară stânga. Coloanele zonelor ambulacrare şi interambulacrare, pe faţa orală, sunt notate cu litere mici (a, b), în sensul mişcării acelor de ceasornic. Primele plăci ambulacrare, situate la marginea zonei peristomiale, nu sunt egale: cinci sunt mai mari (Ia, IIa, IIIb, IVa, Vb) şi cinci mai mici (Ib, IIb, IIIa, IVb, Va). Unii autori menţin notaţia plăcilor cu litere după sistemul Carpenter (Fig. 280-C-D).

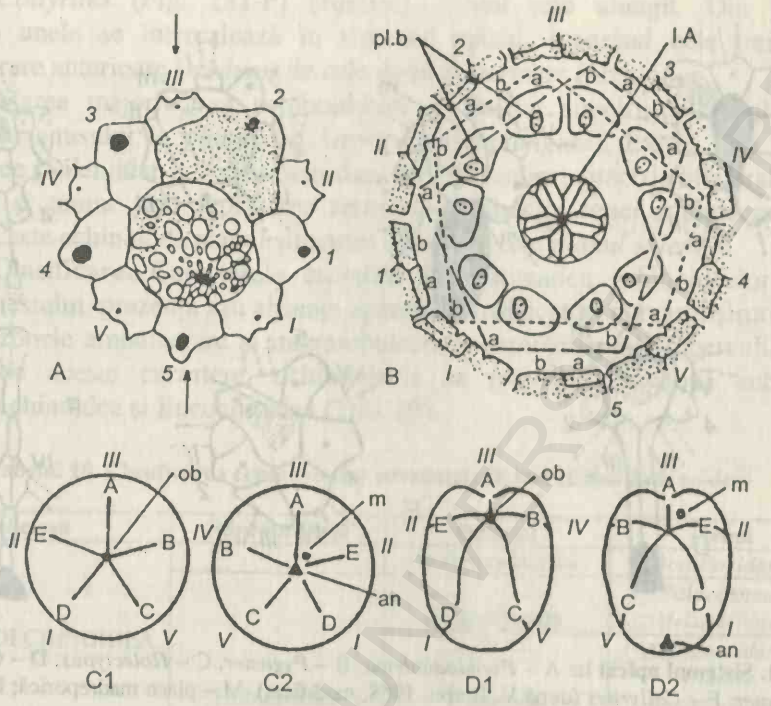


Fig. 280. Numerotări şi notaţii la testul aricilor de mare. A – Numerotarea plăcilor sistemului apical la *Strongylocentrotus*; B – Numerotarea plăcilor ambulacrare şi interambulacrare pe faţa orală a unui echinid regular după legea Lovén; C-D – Notaţia comparativă a zonelor ambulacrare în sistemul Lovén (cu cifre romane) şi sistemul Carpenter (cu litere) la echinoidee regulare (C) şi iregulare (D); C1-D1 – faţa orală; C2-D2 – faţa aborală (A, B după R. V. Melville şi J. W. Durham, în E. Hanganu şi colab., 1983; C, D după R. C. Moore, în E. Hanganu şi colab., 1983); *I-V* – plăci neurale; *1-5* – plăci genitale; *Ia, IIa, IIIa, IVa, Vb* – plăci mari; *Ib, IIb, IIIa, IVb, Va* – plăci mici; an – orificiu anal; l. A. – lanterna lui Aristotel; m – placa madreporică; pl. b – plăci bucale; săgeţile indică direcţia planului Lovén.

Modificările simetriei. Modificările succesive, produse în procesul de trecere de la tipul de echinoideu regular la tipul iregular, se pot constata din analiza următoarei serii morfologice (Fig. 281):

Pseudodiadema (Fig. 281-A) (Liasic - Cretacic). La această formă anusul este uşor deplasat spre partea posterioară, rămânând însă endociclic (în centrul periproctului), iar placa genitală 3 dispare.

Pygaster (Fig. 281-B) (Dogger - Cenomanian). Anusul este aproape exociclic, placa genitală 3 lipseşte iar madreporitul, dezvoltat, se apropie de centru, ocupând locul anusului.

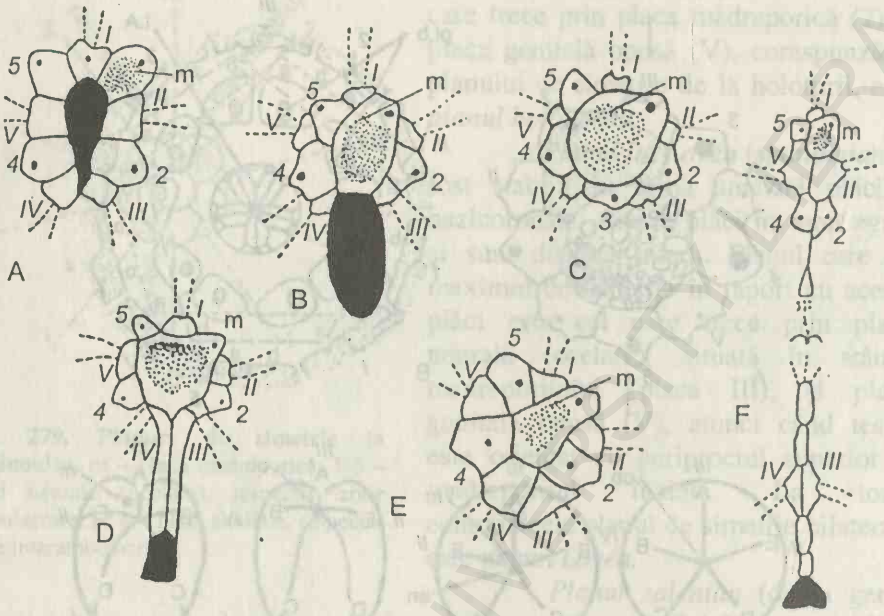


Fig. 281. Sistemul apical la: A – *Pseudodiadema*; B – *Pygaster*; C – *Holectypus*; D – *Clypeus*; E – *Micraster*; F – *Collyrites* (după V. Barbu, 1968, modificat). M – placa madreporică; I-V – plăci neurale; 1-5 – plăci genitale.

Holectypus (Fig. 281-C) (Dogger - Neocomian). Acest gen marchează un stadiu mai avansat al modificării simetriei. Anusul nu mai are nici o relație cu sistemul apical, el fiind situat marginal. Placa genitală 3 reapare. Aceste tipuri păstrează încă o formă regulară.

Clypeus (Fig. 281-D) (Dogger – Cretacic inferior). Prezintă modificări şi mai profunde ale simetriei radiare. Astfel, madreporitul este mare şi situat subcentral iar placa genitală 3 lipseşte; plăcile neurale III şi IV devin foarte alungite, însoțind anusul situat supramarginal, în adâncitura zonei interambulacrare 3. Conturul tecii este uşor alungit în sens anteroposterior. Prin deplasarea sistemului apical spre partea posterioară, zone ambulacrare I, II, V se dispun într-un *trivium* iar zonele ambulacrare 3 şi 4 formează un *bivium*.

Micraster (Fig. 281-E) (Cretacic superior). Prezintă o simetrie bilaterală evidentă. Teca are o formă oval-cordiformă. Sistemul apical este asemănător cu cel al genului precedent dar plăcile neurale III şi IV şi-au reluat poziția normală iar anusul este situat posterior, pe suprafața trunchiată a testului. Gura este deplasată anterior şi alungită transversal, fiind prevăzută cu o buză superioară în formă de lopată. Lanterna lui Aristotel a dispărut.

Collyrites (Fig. 281-F) (Jurasic). Testul este alungit. Din plăcile coronale unele se intercalează în sistemul apical, separând cele trei zone ambulacrare anterioare (*trivium*) de cele două posterioare (*bivium*).

Marea majoritate a echinoideelor a realizat simetria bilaterală prin deplasarea anusului în *planul lui Lovén* (sau *spatangian*). Există însă câteva echinoidee (Saleniidae şi Acrosaleniidae) care au realizat simetria bilaterală pe o altă cale şi anume prin deplasarea anusului pe direcţia zonei ambulacrare III. Pentru aceste echinoidee planul simetriei bilaterale este *planul salenian*.

Clasificare. Caracterele esenţiale în sistematica echinoideelor sunt: simetria testului, prezenţa sau absenţa aparatului masticator, numărul şirurilor de plăci în zonele ambulacrare şi interambulacrare, caracteristicile tuberculilor. În funcţie de aceste caractere, echinoideele se grupează în două subclase: Perischoechinoidea şi Euechinoidea (Tab. 10).

Tabelul 10. Clasificarea echinoideelor prezentate în text (Clasa Echinoidea)

Subclasa	Supraordinul	Ordinul	Genul
PERISCHOECHINOIDEA		Bothriocidaroida	*Bothriocidaris*
	Holostomata	Palaechinoida	*Palaechinus, Melonechinus*
		Cidaroida	*Archaeocidaris, Cidaris, Rhabdocidaris, Diplocidaris, Tiarechinus, Tetracidaris*
EUECHINOIDEA	Glyphostomata	Hemicidaroida	*Hemicidaris, Salenia*
		Phymosomatoida	*Stomechinus*
		Arbacioida	*Glypticus*
	Gnathostomata	Holectypoida	*Holectypus, Conoclypeus, Echinoconus*
		Clypeasteroida	*Clypeaster, Scutella, Amphiope*
	Atelostomata	Cassiduloida	*Echinolampas*
		Holasteroida	*Collyrites, Echinocorys*
		Spatangoida	*Spatangus, Micraster, Schizaster*

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Subclasa Perischoechinoidea

Cuprinde echinoidee regulare cu caractere considerate primitive: simetrie pentaradiară, 1 – 14 şiruri de plăci în zona interambulacrară (la majoritatea genurilor sunt mai mult de două coloane de plăci în fiecare zonă interambulacrară) şi 2 – 20 şiruri de plăci în zona ambulacrară. Aceste şiruri de plăci sunt mai numeroase în regiunea ecuatorială iar spre poli sunt mai puţin numeroase. În ceea ce priveşte modul de sutură a plăcilor, la echinoideele paleozoice plăcile sunt imbricate şi nu sudate, de aceea testul este fragil şi se păstrează rareori în întregime. Nu există plăci majore. Orificiul anal este endociclic. Fantele branhiale, sferidiile şi pedicelariile lipsesc. Se cunosc din intervalul Ordovician mediu – Actual.

Perischoechinoideele sunt grupate în mai multe ordine, dintre care prezentăm pe cele mai importante:

Ordinul Bothriocidaroida

Aceste forme aparţin unui singur gen – *Bothriocidaris* – care prezintă pori conjugaţi asemănători celor de la cistoidee.

Bothriocidaris (Fig. 282-A) (Ordovician mediu, Europa). Are testul globulos de până la 1,85 cm diametru. Zonele ambulacrare sunt formate din câte două şiruri de plăci hexagonale, fiecare placă purtând câte o pereche de pori conjugaţi (dispuşi pe direcţia meridiană a testului). Zonele interambulacrare sunt formate dintr-un singur şir de plăci. Plăcile sunt strâns unite şi poartă tuberculi perforaţi pe care se articulau ţepii. Orificiul bucal este situat central iar plăcile interambulacrare nu ating peristomul. Nu au fost identificate nici plăci genitale, nici pori genitali şi nici elemente ale unui aparat masticator. Din fiecare pereche de pori de pe plăcile ambulacrare ieşeau nişte formaţiuni organice flexibile, uneori excepţional de bine păstrate, a căror omologare cu podiile este însă discutabilă.

Poziţia sistematică a bothriocidariidelor este neclară, fiind considerate fie un grup aparte cu evoluţie închisă, fie cistoidee diploporite foarte evoluate sau cele mai primitive echinoidee.

Supraordinul Holostomata

Cuprinde echinoidee primitive, cu peristomul holostom (gr. *holos* – întreg; *stoma* – gură).

Ordinul Palaechinoida

Reprezintă un grup mic de genuri paleozoice, holostome cu caractere arhaice. Teca este rigidă (plăcile sunt sudate), de tip regular, cu mai mult de două coloane de plăci în ambele tipuri de zone sau numai în zonele interambulacrare. Țepii erau mici și fixați pe tuberculi neperforați. Sunt cunoscute în intervalul Devonian mediu – Carbonifer inferior.

Palaechinus (Fig. 282-B) (Carbonifer inferior, Europa). Are formă sferică, cu zonele ambulacrare formate din două șiruri de plăci iar cele interambulacrare din patru până la șase șiruri.

Melonechinus (Fig. 282-C) (Carbonifer inferior, Europa, America de Nord). Testul este globulos, cu aspect de pepene, datorită unor coaste meridiane proeminente dispuse în zonele ambulacrare și în cele interambulacrare. Zonele ambulacrare sunt formate din 6 – 12 șiruri de plăci iar cele interambulacrare din 3 – 11 șiruri de plăci. Se cunosc exemplare care au ajuns la un diametru de 15,5 cm.

Ordinul Cidaroida

Aici sunt incluse tipuri omogene cu test globulos și holostome. Zonele ambulacrare sunt înguste și sinuoase, formate fiecare din două coloane de plăci numeroase, în general nefuzionate între ele. Zonele interambulacrare sunt formate din plăci mari, formate din două, rar patru șiruri de plăci. Zonele ambulacrare, de regulă înguste și sinuoase, sunt formate din două sau mai multe șiruri de plăci. Fiecare placă interambulacrară poartă un singur tubercul principal, mare, perforat, pe care se articulează o radiolă. Morfologia radiolelor principale fiind foarte variată, ele au o mare valoare taxonomică (Fig. 282-G). Peristomul este acoperit cu plăcuțe peristomiale imbricate și dispuse în șiruri radiare. Cidaroidele au pedicelarii și un aparat masticator cu dinți jghebuiți. La formele actuale branhiile lipsesc.

Cidaroidele se cunosc din Devonian până în Actual. Ele sunt singurele echinoidee paleozoice care au supraviețuit în Mesozoic. La genurile paleozoice, testul este format din plăci imbricate, de aceea testurile întregi sunt rare. La restul cidaroidelor plăcile sunt sudate. Ordinul cuprinde numeroase genuri cu importanță biostratigrafică.

Archaeocidaris (Fig. 282-D) (Carbonifer – Permian, Europa, America de Nord). Are un test globulos cu zonele ambulacrare formate din două șiruri de plăci iar cele interambulacrare cu cîte patru șiruri de plăci imbricate. Plăcile ambulacrare poartă câte o pereche de pori dispuși uniseriat. Radiolele principale sunt cilindrice.

Acest gen este asemănător cu genul *Cidaris* prin radiole şi ornamente, fără a avea legături filogenetice cu acesta. *Archaeocidaris* este foarte răspândit şi bine cunoscut datorită testurilor întregi care s-au păstrat într-o stare excepţională (chiar şi aparatul masticator). *A. rossica* este o specie carboniferă descoperită în calcare coraligene din Europa şi America.

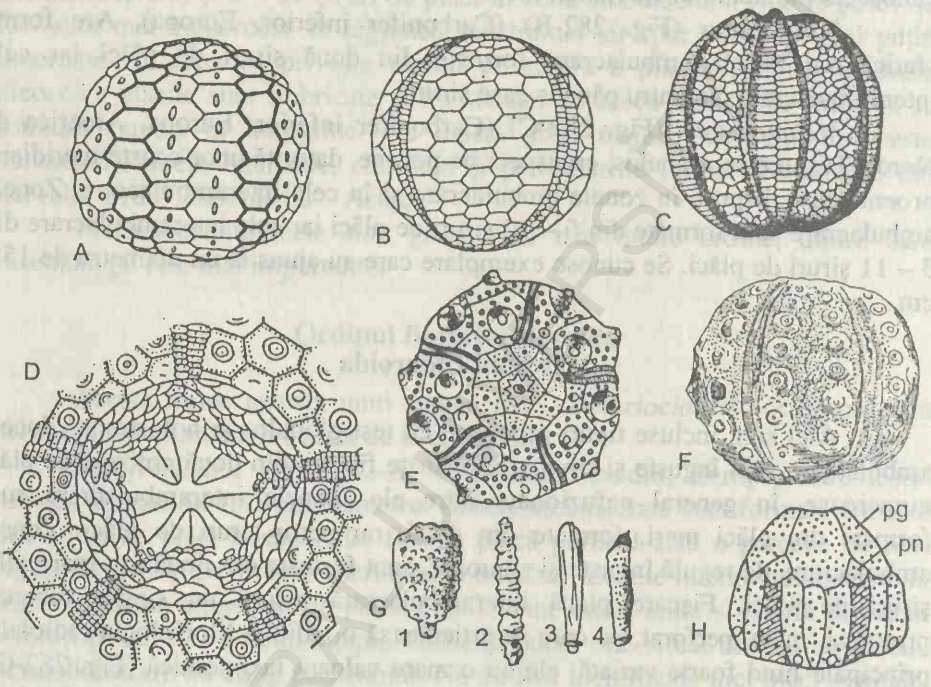


Fig. 282. Perischoechinoidea. Bothriocidaroida. A – *Bothriocidaris*; **Palaechinoida.** B – *Palaechinus*; C – *Melonechinus multiporus*; **Cidaroida.** D – *Archaeocidaris*; E – *Cidaris coronata*; F – *Rhabdocidaris*; G – radiole de cidaride: 1 – *Cidaris roemeri*; 2 – *Rhabdocidaris*; 3 – *Acrocidaris formosa*; 4 – *Diplocidaris gigantea*; H – *Tiarechinus princeps* (A-C, E-G după V. Barbu, 1968; D după L. Davitaşvili, 1956); pg – placă genitale; pn – placă neurală (ocelară).

Cidaris (Fig. 282-E) (Triasic – Actual). Are testul globulos dar aplatizat la cei doi poli, şi divers ornamentat cu tuberculi netezi, foarte dezvoltaţi, pe care se articulează radiole măciucate sau fusiforme; tuberculii sunt înconjuraţi de o aree scrobiculară adâncă. Porii ambulacrari sunt simpli şi dispuşi uniseriat. Specia *C. blumenbachi* se cunoaşte din Jurasicul de la Topal-Hârşova (Dobrogea).

Rhabdocidaris (Fig. 282-F) (Jurasic). Se caracterizează prin test mare, zone ambulacrare sinuoase, prevăzute cu pori conjugați. Tuberculii principali sunt crenelați și perforați iar radiolele principale sunt fie lungi și subțiri, fie lățite, foliacee și prevăzute cu țepișori. Este prezent în Jurasicul de la Topal-Hârșova.

Diplocidaris (Fig. 282-G4) (Jurasic). Are radiole cilindrice. Se găsește împreună cu genul precedent în Jurasicul de la Topal-Hârșova.

Printre cidaroide se cunosc și forme *aberante*. Dintre acestea, amintim genurile:

Tiarechinus (Fig. 282-H) (Triasic), se caracterizează prin plăcile peristomiene și periproctale exagerat de dezvoltate, și prin zonele interambulacrare formate de bazicoronale și un șir unic de 3 plăci alungite.

Tetracidaris (Cretacic inferior). Se caracterizează prin zone interambulacrare formate din patru șiruri de plăci, caracter considerat atavic.

Subclasa Euechinoidea

Cuprinde echinoidee cu câte două coloane de plăci în fiecare zonă ambulacrară și interambulacrară. Plăcile testului sunt sudate, rareori imbricate. Unele forme sunt endociclice, altele exociclice, cu sau fără aparat masticator. Prezintă o centură perignatică formată din auricule cu sau fără apofize. În general, există sferidii și pedicelarii. Euechinoideele se cunosc din Triasicul superior până în timpurile actuale.

Supraordinul Glyphostomata

Cuprinde echinoidee endociclice cu peristomul perforat de 10 scizuri branhiale (gr. *glyphe* – cioplire; *stoma* – gură).

Ordinul Hemicidaroida

Plăcile zonelor ambulacrare prezintă câte un sigur tubercul.

Hemicidaris (Fig. 283-A) (Jurasic mediu - Cretacic). Are o formă hemisferică, fiind asemănător, în jumătatea superioară a testului, cu *Cidaris*; în jumătatea inferioară (orală), plăcile zonelor ambulacrare se lărgesc prin apariția de plăci majore și prezintă altă ornamentație, prin mărirea tuberculilor. Zonele interambulacrare prezintă două șiruri de tuberculi mari, perforați și crenelați.

Salenia (Fig. 283-B) (Cretacic inferior - Actual). Are un test sferic, cu tuberculii principali neperforați și crenelați, și radiole subțiri. Periproctul,

excentric, defineşte un plan de simetrie caracteristic – *planul salenian* – după care orificiul anal s-a deplasat din centru spre dreapta, în direcţia zonei ambulacrare 3, locul său fiind ocupat de o placă supraanală. Acest gen a avut o largă răspândire în Cretacic.

Ordinul Phymosomatoida

La aceste echinoidee tuberculii de pe plăcile zonelor interambulacrare sunt netezi, neperforaţi, numeroşi (gr. *phyma* – excrescenţă; *soma* - corp). Sistemul apical este lipsit de plăci supraanale.

Stomechinus (Fig. 283-C) (Jurasic - Cretacic). Este prevăzut cu tuberculi de aceeaşi mărime şi deşi. Plăcile ambulacrare prezintă câte un tubercul şi granulaţii. Din Jurasicul de la Topal-Hârşova se cunoaşte specia *S. perlatus*.

Ordinul Arbacioida

Sunt arici cu testul gros, tuberculii primari neperforaţi, granulaţii numeroase. Sistemul apical este, în general, diciclic iar periproctul este acoperit cu patru sau cinci plăci supraanale.

Glypticus (Fig. 283-D) (Jurasic). Are ornamentaţii caracteristice, rezultate din sudarea neregulată a tuberculilor. Din Jurasicul de la Cechirgea-Dobrogea se cunoaşte specia *G. hieroglyphicus*.

Supraordinul Gnathostomata

Cuprinde echinoidee cu simetrie bilaterală (exociclice), ca urmare a deplasării anusului interradiar, în regiunea posterioară (în interambulacrul posterior III). Aparatul masticator (lanterna lui Aristotel) este simetric (la *holectipoizi*) sau asimetric (la *clipeasteroizi*). Gura se află în centrul feţei orale. Tuberculii principali sunt perforaţi şi crenelaţi, iar radiolele sunt goale în interior.

Ordinul Holectypoida

Cuprinde genuri cu testul de formă în general conică, mai mult sau mai puţin înalt. Aparatul masticator este simetric (homognat). Peristomul şi sistemul apical sunt situate central iar anusul este deplasat în regiunea devenită posterioară. Nu prezintă petaloide. Majoritatea formelor fosile erau, în esenţă, de formă regulară.

Holectypus (Fig. 283-E) (Jurasic mediu – Cretacic). Este un gen primitiv cu test de mărime mijlocie, mai rar mare. Anusul este situat marginal şi inferior. Conturul este încă circular, cu polul apical turtit. Peristomul este mare, central, cu incizii pentru branhii. Zonele ambulacrare sunt simple, drepte, şi se lăţesc spre faţa orală unde sunt formate din plăci majore. Tuberculii sunt mici; pe faţa orală ei sunt mai numeroşi şi mai mari decât pe cea apicală.

Conoclypeus (Fig. 283-F) (Eocen – Miocen). Are un test subconic, gros, de talie mare; faţa orală este plană iar cea apicală foarte bombată. Zonele ambulacrare (petaloide) sunt deschise; gura cu contur pentagonal. Placa madreporică ocupă aproape tot sistemul apical în care se observă patru pori genitali. Periproctul este mic şi foarte apropiat de margine. Tuberculii sunt mici, perforaţi, crenelaţi, cu scrobiculari. *C. conoideus* se întâlneşte în Eocenul de la Albeşti-Muscel.

Echinoconus (= Conulus) (Fig. 283-G) (Cretacic). Are o formă conică, înaltă, cu orificiul anal inframarginal. Ornamentaţia este redusă. Este frecvent în Turonianul din Dobrogea (*E. castanea*).

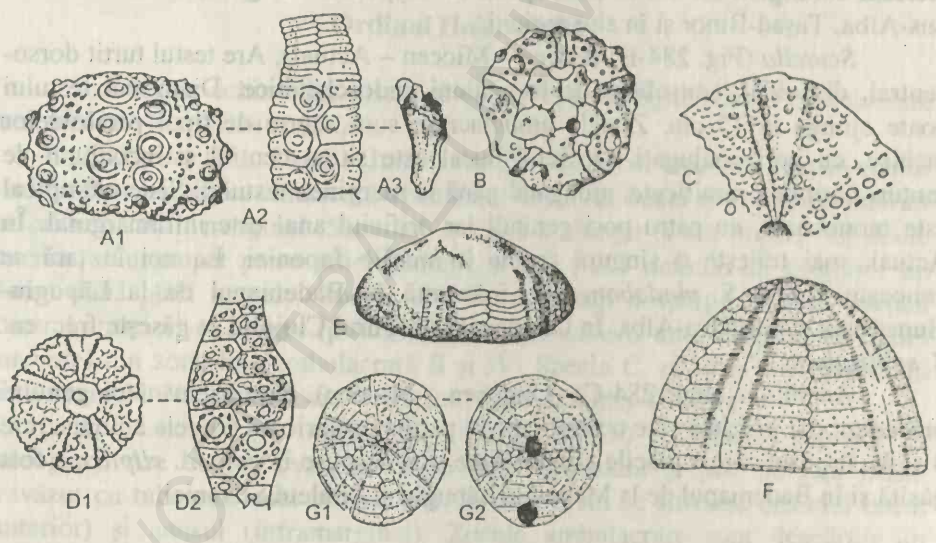


Fig. 283. Hemicidaroida. A – *Hemicidaris*: A1 – lateral; A2 – zonă ambulacrară; A3 – radiolă; B – *Salenia*; **Phymosomatoida.** C – *Stomechinus bigranularis*; **Arbacioida.** D – *Glypticus hierogliphicus*; **Holectypoida.** E – *Holectypus depressus*; F – *Conoclypeus conoideus*; G – *Echinoconus* (= *Conulus*) (A-E după V. Barbu, 1968; F, G după E. Hanganu şi colab., 1983).

Ordinul Clypeasteroida

Cuprinde echinoidee exociclice cu aparat masticator asimetric (heterognat). Testul este întărit prin dezvoltarea unui endoschelet. Petaloidele sunt prezente. Nu prezintă filode.

Clypeaster (Fig. 284-A) (Eocen – Actual). Are un test aplatizat, contur pentagonal, şi faţa dorsală înălţată central. Petaloidele, deschise (cu pori conjugaţi), se desfăşoară numai pe faţa superioară (dorsală) a testului. Sistemul apical este monobazal, fiind format dintr-un madreporit pentagonal mare, în poziţie centrală, care poartă, în cele cinci vârfuri, câte un por genital iar pe laturile pentagonului sunt dispuse plăcile neurale. Peristomul este situat în centrul feţei orale, concave; el prezintă cinci jgheaburi peristomiale simple. Anusul are poziţie inframarginală. Ca adaptare la viaţa în zonele cu apă agitată, testul este consolidat, la interior, de un endoschelet constituit din stâlpi şi pereţi incompleţi. Reprezentanţii actuali trăiesc în mări calde. Speciile de *Clypeaster* sunt utilizate în biostratigrafia Neogenului. Au fost frecvenţi în Badenian, în faciesul coraligen. La noi în ţară, specii de *Clypeaster* se găsesc la Gârbova de Sus-Alba, Taşad-Bihor şi în alte regiuni.

Scutella (Fig. 284-B) (Eocen – Miocen – Actual). Are testul turtit dorso-ventral, discoidal, consolidat de formaţiuni endoscheletice. Diametrul testului poate ajunge la 15 cm. Zonele ambulacrare sunt scurte de tipul petaloidelor închise, cu pori conjugaţi. Orificiul bucal este situat central şi înconjurat de şanţuri periorale ramificate, ajungând până la marginea testului. Sistemul apical este monobazal, cu patru pori genitali iar orificiul anal este inframarginal. În Actual, mai trăieşte o singură specie în mările Japoniei. La noi în ţară se cunoaşte specia *S. vindobonensis*, frecventă în Badenianul de la Lăpugiu-Hunedoara şi Gârbova-Alba. În Oligocenul din Jurul Clujului se găseşte frecvent *S. subtrigona.*

Amphiope (Fig. 284-C) (Oligocen - Miocen). Este asemănător genului precedent dar prezintă câte o perforaţie în partea posterioară (zonele ambulacrare 3 şi 4), în jurul căreia plăcile ambulacrare sunt dispuse în cerc. *A. eliptica* a fost găsită şi în Badenianul de la Mehadia, Lăpugiu şi Şimleul Silvaniei.

Supraordinul Atelostomata

Sunt echinoidee iregulare, cu test rigid, oval-alungit, adaptate, în general, la viaţa bentonic-limnivoră. Aparatul masticator lipseşte (gr. *ateles* – incomplet; *stoma* - gură). Petaloidele sunt situate, la majoritatea genurilor, numai pe faţa dorsală. Anusul este deplasat posterior. La unele genuri, pe faţa ventrală se dezvoltă, între anus şi gură, plăci speciale cu contur deosebit care formează un

plastron. La genurile limnivore gura este deplasată anterior. Spre deosebire de gnathostomate, la atelostomate tuberculii şi radiolele sunt mult mai mici. Numeroase genuri şi specii de atelostomate au valoare biostratigrafică.

Ordinul Cassiduloida

La aceste forme, ambulacrele formează, pe faţa apicală, petaloide iar pe faţa orală – *filoide*.

Echinolampas (Fig. 284-D) (Eocen – Actual). Are un test de mărime mijlocie până la mare, cu contur circular sau oval. Zonele ambulacrare sunt petaloid-deschise. Peristomul, subcentral, de formă pentagonală, prezintă la unele specii o floscelă rudimentară iar la altele o floscelă evidentă. Aparatul masticator, prezent la formele tinere, dispare la adulţi. Periproctul, inframarginal, este alungit transversal. Sistemul apical este monobazal cu patru pori genitali. În Badenianul de la Gârbova de Sus-Alba este frecvent *E. transilvanicus* iar în Eocenul din Bazinul Transilvaniei se găseşte *E. kleini*.

Ordinul Holasteroida

La aceste echinoidee sistemul apical este alungit; zonele ambulacrare sunt separate în *trivium* şi *bivium*.

Collyrites (Fig. 284-E) (Jurasic mediu – Cretacic inferior). Are un contur oval-umflat, cu partea inferioară aplatizată. Orificiul bucal este migrat anterior iar orificiul anal, marginal. Sistemul apical s-a alungit şi s-a împărţit în două: anterior s-au grupat patru plăci genitale şi trei plăci neurale iar posterior au rămas două plăci neurale. Zonele ambulacrare sunt despărţite într-un *trivium* (central-anterior) şi *bivium* (posterior) prin intercalarea unor plăci tecale (*plăci catenale*) din zona interambulacrară II şi IV. Specia *C. eliptica* este cunoscută din Jurasicul de la Topal şi din Cretacicul de la Arminiş-Târnava.

Echinocorys (= Ananchytes) (Fig. 284-F) (Cretacic superior – Paleogen). Are contur oval, boltit pe faţa superioară şi plat pe faţa orală, prevăzut cu tuberculi mici şi uniformi. Pe faţa orală se situează orificiul bucal (anterior) şi anusul (inframarginal). Zonele ambulacrare sunt despărţite în *trivium* şi *bivium* (prin alungirea plăcilor aparatului apical). *E. ovatus* este o specie caracteristică Cretacicului superior. Din Senonianul din sudul Dobrogei se cunoaşte specia *E. vulgaris*.

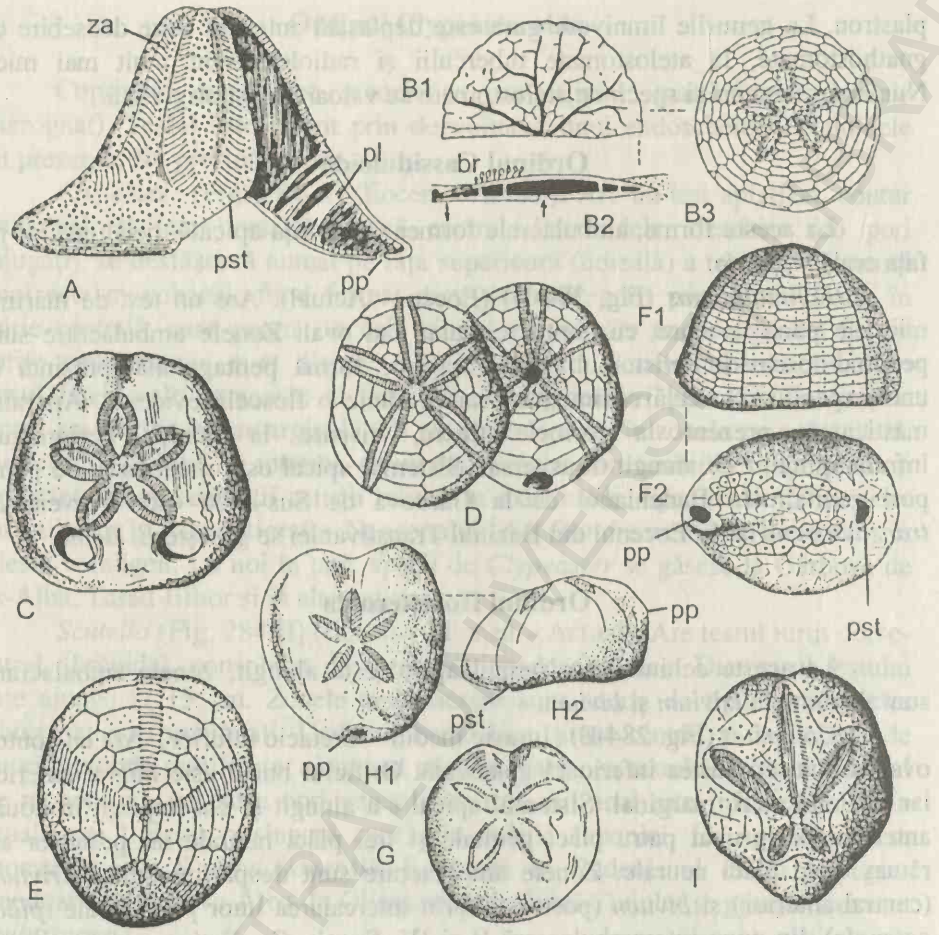


Fig. 284. Clypeasteroida. A – *Clypeaster*; B – *Scutella rotundata*: B1 – faţa orală; B2 – secţiune; B3 – faţa dorsală; C – *Amphyope biauriculata*; **Cassiduloida.** D – *Echinolampas calvimontanum*; **Holasteroida.** E – *Collyrites elliptica*; F – *Echinocorys* (= *Ananchytes*) ovata: F1 – lateral; F2 – ventral; **Spatangoida.** G – *Spatangus austriacus*; H – *Micraster*: H1 – aboral; H2 – lateral; I – *Schizaster archiaci* (A după E. Hanganu şi colab., 1983; B-I după V. Barbu, 1968); br – branhii; pl – pilieri (endoschelet); pp – periproct; pst – peristom; za – zonă ambulacrară petaloidă.

Ordinul Spatangoida

Cuprinde numeroase familii şi genuri de echinoidee cu test alungit sau cordiform. Gura este deplasată anterior. Zonele ambulacrare, petaloide, sunt situate adesea în şanţuri în care ambulacrele pot respira ferite de impurităţi. La

spatangoide, pe suprafața testului se dezvoltă șanțuri cu peri vibratili numite *fasciole*. Acestea au rolul de a îndepărta dejecțiile și impuritățile de pe suprafața testului. Fasciolele pot fi dispuse în jurul zonelor ambulacrare (*fasciole peripetale*), în jurul sau sub orificiul anal (*fasciole perianale* sau *subanale*) și pe marginea testului (*fasciole marginale* și *laterale*).

Spatangus (Fig. 284-G) (Eocen – Actual). Are un test de formă conică, puțin turtit, anterior cu un intrând adânc. Pe fața ventrală posedă un plastron dezvoltat iar gura este situată la capătul său anterior. Ambulacrul anterior, slab dezvoltat, se găsește într-o depresiune. Toate zonele interambulacrare poartă tuberculi mari. Anusul este situat supramarginal. Posedă fasciolă subanală. Specia *S. austriacus* este cunoscută din Badenianul din Transivania.

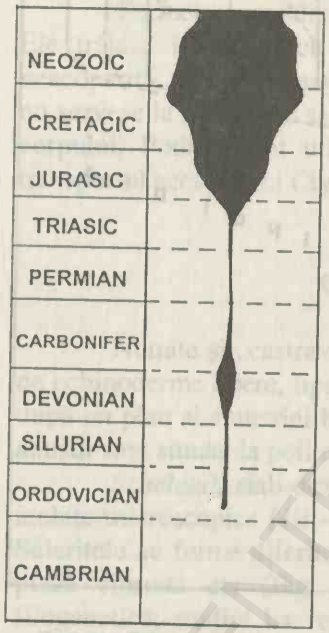


Fig. 285. Distribuția stratigrafică a echinoideelor (bazat pe House, în G. Krumbiegel și H. Walther, 1984).

Micraster (Fig. 284-H) (Cretacic superior – Paleogen). Are test cordiform, cu un sinus adânc în partea anterioară. Zonele ambulacrare sunt închise și situate în șanțuri. Interambulacrul III este ușor înălțat și trunchiat posterior. Gura are buză inferioară. Anusul, cu fasciolă subanală, este situat posterior, pe suprafața trunchiată a testului. Genul a dat numeroase specii cretacice cu importanță biostratigrafică. Din Cretacicul de la noi din țară se cunosc speciile *M. cor-anguinum* și *M. cor-testudinarum.*

Schizaster (Fig. 284-I) (Eocen – Actual). Testul are contur cordiform, cu o muchie posterioară în planul de simetrie. Zonele ambulacrare sunt adâncite în șanțuri; cele anterioare sunt mai lungi decât cele posterioare. Prezintă o fasciolă peripetaloidă. Apexul este deplasat posterior. Prezintă doi pori genitali. A fost menționat în bazinele badeniene din jurul Munților Apuseni.

Distribuție stratigrafică (Fig. 285). Echinoideele apar în Ordovician și se dezvoltă până în prezent când se află în continuă ascensiune. Tipurile primitive, încadrate în Subclasa Perischoechinoidea, prezintă o distribuție relativ uniformă, cu trei momente de apogeu: în Carbonifer, în Jurasicul superior și în Cuaternar.

Reprezentanții Subclasei Euechinoidea, mult mai numeroși comparativ cu cei ce aparțin primei subclase, apar în Triasicul superior și se diversifică rapid, în Cretacicul superior atingând apogeul; după declinul din Terțiar, la începutul Pleistocenului euechinoideele cunosc o nouă ascensiune evolutivă. Astăzi trăiesc circa 800 de specii.

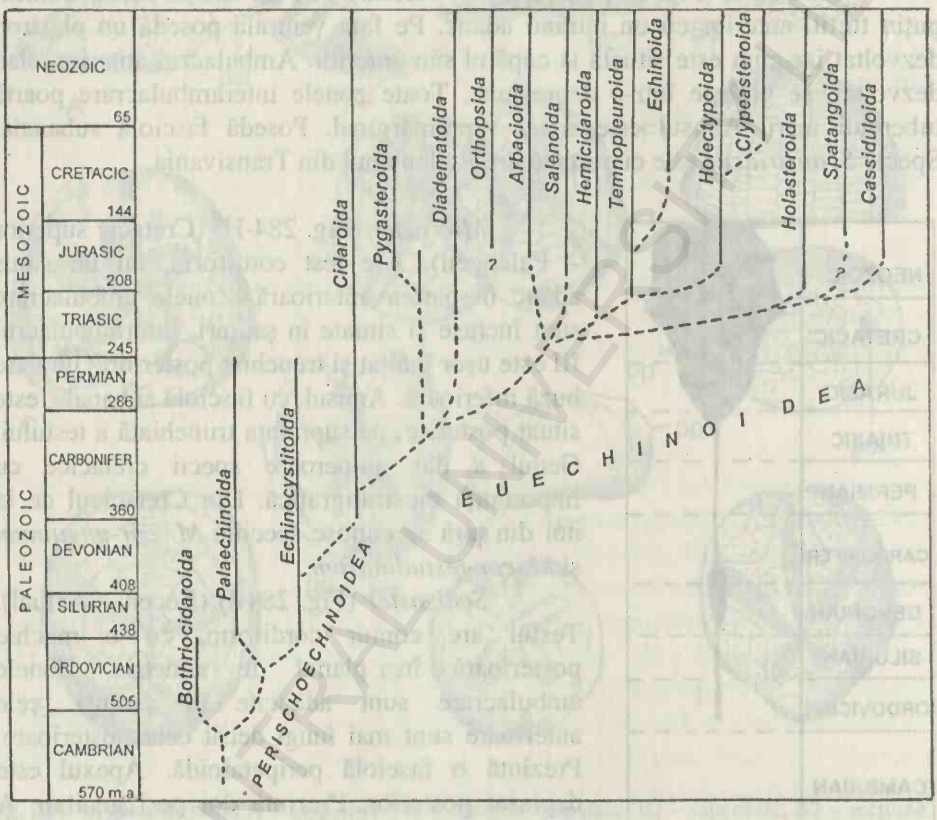


Fig. 286. Filogenia echinoideelor (după Durham, din R. C. Moore, 1966, simplificată, în E. Hanganu și colab., 1983).

Filogenie. Originea echinoideelor constituie încă o problemă nerezolvată. *Bothriocidaris,* din Ordovician, prezintă asemănări cu cistoideele diploporite. Strămoșul lor ar fi putut fi chiar ante-cambrian. Evoluția lor post-ordoviciană se poate urmări prin trecerea de la simetria pentaradiară la cea bilaterală (cu toate modificările colaterale privind morfologia și organizarea testului) și prin reducerea progresivă a lanternei lui Aristotel până la dispariția acesteia. Ambulacrele și zonele ambulacrare se diferențiază morfologic și

funcțional. Aceste transformări sunt în legătură cu adaptarea la mediul de fund mâlos unde sunt mai ferite de prădători iar viața este mai puțin activă. O importanță filogenetică deosebită prezintă grupul Cidaroida care face legătura dintre perischoechinoidee și euechinoidee (Fig. 286).

Paleoecologie. Echinoideele sunt organisme marine, stenohaline, bentonice, cele actuale preferând mai ales apele calde din regiunile tropicale și subtropicale. Majoritatea sunt litorale (până la 200 m adâncime) dar unele coboară la adâncimi de până la 6000 de metri. Formele endociclice (regulare) sunt, în general adaptate la viața pe substrat tare. Aceste forme se hrănesc, în majoritate, răzuind algele, organismele incrustante și detritusul de pe suprafețele dure. Ele se deplasează cu ajutorul podiilor și spinilor.

Formele exociclice (iregulare) sunt adaptate la săpat în substrat moale. Ele trăiesc înfundate cu fața orală în substrat iar fața cu petaloidele este neacoperită. Corpul lor este format din pereți subțiri și acoperit cu țepi fini. Țepii nu servesc la locomoție sau la săpat ci la a ține sedimentele departe de suprafața corpului. Podiile sunt utilizate la colectarea hranei (la Spatangoida) sau la transportul acesteia (la Clypeasteroida).

Clasa HOLOTHUROIDEA

Numite și „castraveți de mare", holoturoideele constituie un grup aparte de echinoderme libere, lipsite de brațe, cu corpul alungit în direcția oral-aborală, după un plan al simetriei bilaterale. Simetria inițială a fost pentaradiară. Gura și anusul sunt situate la poli opuși (Fig. 287-A-D).

Scheletul, slab dezvoltat, nu este continuu, fiind format din corpuscule izolate microscopice (10 – 100 microni) așezate sub epidermă, numite *sclerite*. Scleritele au forme diferite: de baston, ac, bold, cruce, stea, ancoră, inel, rotiță, placă ciuruită etc (Fig. 287-E-I). Scleritele au importanță sistematică și filogenetică; studiul lor reprezintă obiectul micropaleontologiei. Exemplare de holoturoidee păstrate complet sunt extrem de rare. Un exemplu este *Paracaudina brachyura,* găsit în calcarele litografice de la Solenhofen (Jurasic superior), și mai multe resturi de holoturoidee din șisturile Devonianului inferior de la Bundenbach (Germania).

Holoturoideele au importanță stratigrafică redusă.

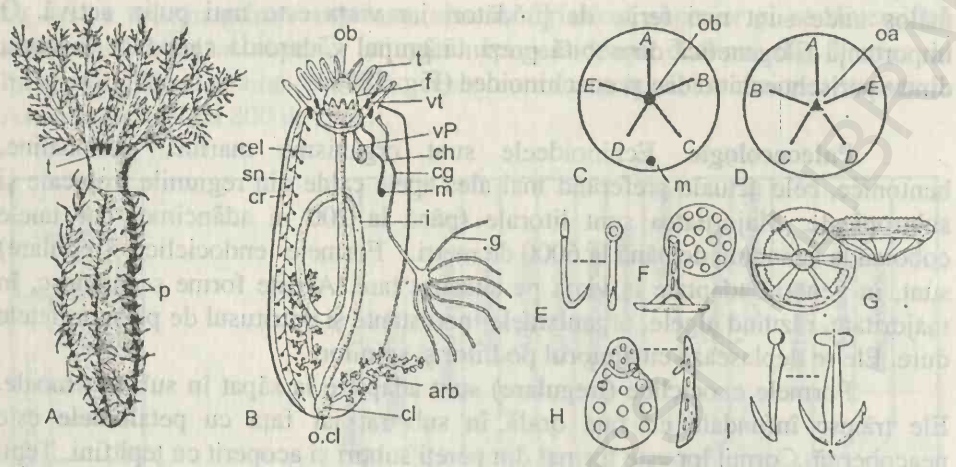


Fig. 287. Holothuroidea. A - un holothurid actual (*Cucumaria planci*); A – aspect exterior; B – organizația internă; C-D – notația zonelor ambulacrare la Holothuroidea: C – fața orală; D – fața aborală; E-I – tipuri de sclerite: E – tip undiță; F – tip consolă (disciform); G – rotiform; H – tip placă ancoriformă; I – tip ancoră (A, B din Z. Matic și colab., 1983; C, D după R. C. Moore și H. B. Fell, din E. Hanganu și colab., 1983; E-I după D. Frizzel și Exline din E. Hanganu și colab., 1983); arb – organe arborescente (respiratorii); cel – celom; ch – canal hidrofor; cg – conduct genital; cr – canal radiar; f – faringe; i – intestin; m – madreporit; oa – orificiu anal; ob – orificiu bucal; o. cl – orificiu cloacal; p – podii; sn . sistem nervos; t – tentacule; vP – vezicule Poli; vt – vezicule tentaculare; *A - D* – notația zonelor ambulacrare.

Distribuție stratigrafică. Cele mai vechi sclerite atribuite cu certitudine la Holothurioidea se cunosc din baza Devonianului inferior dar unele impresiuni, care probabil aparțin acestui grup de echinoderme, datează din Cambrian. Se pot reconstitui două perioade de apogeu: una în Carbonifer iar a doua, mai mare, în Jurasic. În Permian, holoturoideele au cunoscut declinul cel mai accentuat din evoluția lor.

Filogenie. Strămoșii holothuroideelor nu se conosc dar se crede că acestea au evoluat independent de celelalte grupuri de eleuterozoare chiar din momentul individualizării încrengăturii echinodermelor.

Paleoecologie. Castraveții de mare sunt organisme marine, bentonice, rareori pelagice sau nectonice. Se întâlnesc la toate adâncimile, preferând apele calde și puțin adânci.

Clasa HELICOPLACOIDEA

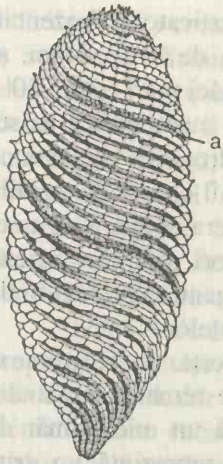


Fig. 288. *Helicoplacus* (după Durham şi Caster, din R. D. Barnes, 1980)
a – ambulacre

Cuprinde un grup de echinoderme atipice, cunoscute din Cambrianul inferior (*Helicoplacus*) (Fig. 288), fără simetrie radiară, cu corpul oval-alungit sau fusiform, prezentând la o extremitate gura. Exista o singură zonă ambulacrară, ramificată. Peretele corpului era acoperit cu plăci plisate care permiteau extensia şi contracţia corpului. Se pare că se deplasau prin târâre sau trăiau parţial înfundate în substrat. Helicoplacoideele reprezintă un „experiment" adaptativ nereuşit al echinodermelor arhaice.

Clasa OPHIOCISTIOIDEA

Aici sunt incluse câteva genuri (cinci la număr) de echinoderme nefixate (eleuterozoare), cunoscute din Ordovician - Devonian. Corpul era discoidal, turtit la polul oral şi bombat în formă de dom la polul aboral. El era protejat de un test alcătuit din plăci calcitice. Braţele lipsesc. Cu excepţia genului *Volchovia* (Ordovician inferior, Scandinavia), orificiul anal lipseşte iar placa madreporică este situată excentric, pe faţa orală.

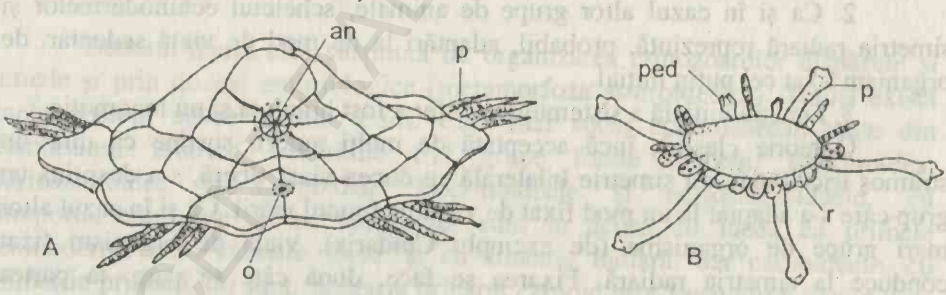


Fig. 289. Ophiocistioidea. A – *Volchovia mobilis* (Ordovician inferior), reconstituire; B – stadiu tânăr la un arici de mare actual (*Arbacia pustulosa*) (A după Haecker, în J. Piveteau, 1953; B după Korschelt şi Heider, în J. Piveteau, 1953); an – orificiu anal; o – orificiu genital, hidropor sau ambele combinate; p – podii gigantice; ped – pedicelarii; r – radiole.

Volchovia (Fig. 289-A), un gen mai bine cunoscut, are un diametrul de 8 – 9 cm. Faţa orală (inferioară) poartă central orificiul bucal, protejat de cinci

plăci mobile, asemănătoare unor fălci (un posibil aparat masticator). Prezentau cinci zone ambulacrare radiare, care se întindeau periferic, de la peristom, şi limitate numai la faţa orală. Faţa aborală este acoperită cu plăci mari (circa 30 – 33 la număr). În interambulacrumul unde este situată placa madreporică există numeroşi gonopori (şi hidropori sau gonopori reuniţi cu hidropori), cu toate că pare să fi existat o singură gonadă. Faptul cel mai deosebit îl constituie podiile gigantice care ocupau zonele ambulacrare. Fiecare podium era acoperit cu mici solzi suprapuşi. Între plăcile podiilor se pare că existau pori prin care ieşeau structuri asemănătoare unor papule. Existenţa unor podii gigantice pe faţa orală pare să compenseze, din punct de vedere funcţional, lipsa braţelor.

Relaţiile filogenetice ale ofiocistioideelor sunt incerte. În ontogeneza formelor actuale de ofiuroidee, asteroidee şi echinoidee se remarcă un stadiu tânăr „ofiocistoid" caracterizat prin corp discoid ce poartă un mic număr de podii, relativ foarte mari (Fig. 289-B). Ophiocistioideele reprezintă un grup distinct de eleuterozoare care s-a stins la sfârşitul Paleozoicului inferior.

Filogenia echinodermelor. Originea echinodermelor şi relaţiile filogenetice dintre marile grupe componente continuă să fie o problemă nerezolvată care implică numeroase ipoteze. Datele paleontologice, deşi bogate, sunt încă insuficiente pentru rezolvarea acestei probleme. Se acceptă ca date generale, următoarele constatări privind evoluţia echinodermelor:

1. Echinodermele au evoluat dintr-un strămoş mobil, cu simetrie bilaterală şi care prezenta un celom trimer.

2. Ca şi în cazul altor grupe de animale, scheletul echinodermelor şi simetria radiară reprezintă, probabil, adaptări la un mod de viaţă sedentar, de organism fixat cel puţin iniţial.

3. Funcţia iniţială a sistemului acvifer a fost hrănirea şi nu locomoţia.

O teorie clasică, încă acceptată de mulţi autori, susţine că dintr-un strămoş tricelomat, cu simetrie bilaterală ce ducea viaţă liberă, s-a desprins un grup care s-a adaptat la un mod fixat de viaţă pe fundul mării. Ca şi în cazul altor mari grupe de organisme (de exemplu Cnidaria), viaţa de organism fixat conduce la simetria radiară. Fixarea se face, după câte se pare, la partea anterioară a animalului. Studiul metamorfozei din ontogeneza echinodermelor actuale arată că schimbarea simetriei presupune o rotire a corpului cu 90^0 în sensul acelor de ceasornic astfel încât partea stângă devine partea superioară (orală) iar partea dreaptă devine partea inferioară (aborală). Cei doi saci celomici anteriori din partea dreaptă (axohidrocel) se reduc, iar cei doi saci celomici din stânga vor da sistemul acvifer care are rol în nutriţia cu particule în suspensie.

Pe parcursul acestor schimbări ale corpului în filogeneză, scheletul a evoluat, probabil, ca o structură de susţinere şi protecţie pentru organismul fixat.

Nichols (1967) consideră că forma cu simetrie pentaradiară a apărut în corelație cu scheletul. Planurile de sutură – suprafața de articulare dintre două plăci scheletice – reprezintă un loc slab în structura de rezistență a scheletului. În aceste condiții, ar fi mai avantajos să nu existe două astfel de planuri de sutură situate față în față, pe aceeași direcție (Fig. 290). Acest avantaj ar putea fi concretizat numai dacă un număr impar de plăci formează circumferința peretelui corpului. Cel mai mic număr ar putea fi 5 dacă simetria ar deveni cu adevărat radiară. Acest stadiu de animal sesil și microfag, cu simetrie radiară, este ilustrat de formele de Crinozoa, fosile și actuale.

După realizarea simetriei radiare, unele din aceste echinoderme sesile au început să se detașeze și să adopte un mod de viață liber, mobil. Ele au păstrat simetria radiară, dar fața orală, care era orientată în sus la formele fixate, a fost orientată către substrat; fața aborală devine partea superioară funcțională a organismului iar sistemul vascular acvifer a fost utilizat în locomoție.

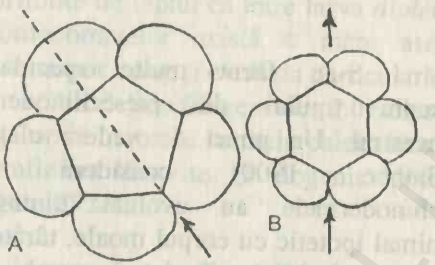


Fig. 290. Plăci scheletice dispuse după o simetrie radiară pentameră (A) și hexameră (B). În cazul simetriei pentamere nu există două planuri suturale dispuse față în față (sensul săgeții) ceea ce mărește rezistența scheletului (bazat pe Nichols, 1969, din R. D. Barnes, 1980).

Această teorie este susținută de organizarea crinozoarelor dispărute și actuale și prin dovezi embriologice (metamorfoza asteroideelor). Totuși există unele obiecții aduse acestei teorii. Cele mai vechi echinoderme, toate din Cambrianul inferior, constituie trei grupe foarte diverse: Eocrinoidea, Edrioasteroidea și Carpoidea. Eocrinoideele și edrioasteroideele, cu comportamentul lor de pelmatozoare, sunt în acord cu ideea că primele echinoderme erau animale fixate și cu simetrie radiară, dar carpoideele, cu asimetrie primară, nu sunt. Simetria oricărui carpoid este *secundară*, caz în care echinodermele ar trebui să aibă o vechime foarte mare, precambriană, sau primele echinoderme au fost animale lipsite de simetrie.

O a doua principală obiecție adusă teoriei clasice privind evoluția echinodermelor este lipsa oricărei verigi de legătură între comportamentul de pelmatozoar și cel de eleuterozoar. Echinozoarele edrioasteroidee au fost frecvent considerate ca un grup de legătură, unele dintre ele nefiind fixate. În acest caz, este greu de imaginat cum fața orală a început să fie direcționată în jos, cu suficiente stadii intermediare pentru a permite corecțiile funcționale.

Fell (1965) postulează că starea de eleuterozoar şi nu cea de pelmatozoar a reprezentat cel mai primitiv mod de existenţă la echinoderme iar starea de pelmatozoar fixat a apărut în mod secundar, de mai multe ori pe căi independente în cadrul încrengăturii. Echinoideele şi majoritatea holoturioideelor se crede că descind din forme care erau în mod primar libere. Helicoplacoideele sunt privite a fi strâns apropiate de echinodermele ancestrale iar primele echinoderme, ca fiinţe săpătoare în substrat. Această viziune are avantajul că pune în acord concepţiile asupra celor două moduri de existenţă – fixat şi liber – dar nu explică semnificaţia adaptativă a scheletului la echinoderme care este o caracteristică de bază a acestei încrengături, şi nici simetria pentaradiară a unor eleuterozoare precum echinoideele.

Embriologia aduce unele informaţii asupra relaţiilor dintre clasele de echinoderme actuale. Asemănările dintre larvele *pluteus* de la ofiuridee şi echinoidee era considerată înainte ca indicând o relaţie de înrudire. Totuşi, mulţi echinologi cred acum că este vorba de un proces de convergenţă între formele larvare a două clase.

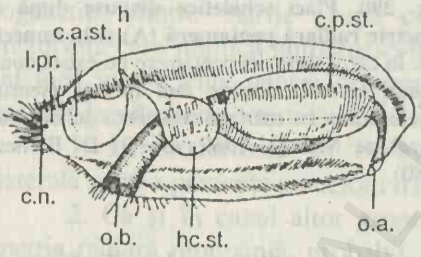


Fig. 291. ***Dipleurula ancestor***, strămoşul ipotetic al echinodermelor (după V. Radu, 1967); c. a. st. – celom anterior stâng; c. n. – centru nervos; c. p. st. – celom posterior stâng; hc. st. – hidrocel stâng; h – hidropor; l. pr. – lob preoral; o. a. – orificiu anal; o- b. – orificiu bucal.

S-au făcut multe speculaţii asupra tipului de pre-echinoderm ancestral. Un punct de vedere clasic (Bather, 1900) consideră că echinodermele au evoluat dintr-un animal ipotetic cu corpul moale, târâtor, cu simetrie bilaterală şi trei perechi de saci celomici, numit *Dipleurula ancestor* (Fig. 291), care ar fi fost asemănător cu larva *dipleurula* de la toate echinodermele actuale. Sistemul vascular acvifer era o nouă dezvoltare a celomului acestui grup de animale. Din Cambrian, se cunosc forme târâtoare, turtite, de echinoderme (*Heterostelea*), cu oarecare simetrie bilaterală, care s-ar putea deduce din forma *Dipleurula*, fără metamorfoză.

O altă teorie, propusă iniţial de Semon (1888) şi Bury (1895) şi susţinută de Hyman (1955), consideră că strămoşul comun al echinodermelor, numit de aceşti autori *pentactula*, era un animal cu simetrie bilaterală, cu tentacule goale dispuse în jurul gurii, folosite pentru captarea hranei. Tentaculele, fiecare conţinând o prelungire a celomului, un nerv şi un vas de sânge, erau foarte asemănătoare cu un lofofor. Celomul acestor tentacule se deschidea într-un inel

acvifer celomic, care avea o deschidere specială la exterior – hidroporul canalului pietros. În acord cu teoria pentactulei, fiecare tentacul va deveni un canal radiar al sistemului acvifer. În condițiile unei existențe sesile și hrăniri cu suspensii, podiile au apărut ca ramuri ale tentaculelor inițiale. Brahiolele s-au dezvoltat prin adăugarea de plăci protectoare în pereții tentaculelor iar șanțurile ambulacrare au evoluat în sensul conducerii particulelor alimentare spre gură.

Teoria pentactulei este atrăgătoare prin aceea că prezintă un precursor funcțional pentru sistemul acvifer și, de asemenea, leagă echinodermele de lofoforate. Nichols (1967) sugerează că *Sipunculida*, cu cercul lor de tentacule orale goale la interior, ca fiind un tip de strămoș comun pentru ambele încrengături – lofoforate și echinoderme. Precizăm însă că sipunculidele sunt celomate protostomiene pe când echinodermele – deuterostomiene. Pe de altă parte, sistemul ambulacrar poate fi comparat cu lofoforul de la *Cephalodiscus* (Stomochordata – Pterobranchiata), putând exista o legătură filogenetică între aceste două încrengături de celomate deuterostomiene. Aceste comparații pot fi sprijinite de faptul că între larva *dipleurula* a echinodermelor și larva *tornaria* a stomocordatelor există o mare asemănare: celomul trimer, apariția unui celomopor stâng și evoluția particulară a celomului anterior stâng.

Relațiile filogenetice între clasele moderne de echinoderme (orientate cu fața orală în jos) și formele paleozoice (orientate cu fața orală în sus) rămân încă insuficient lămurite. O filogenie ipotetică a echinodermelor este prezentată in figura 292.

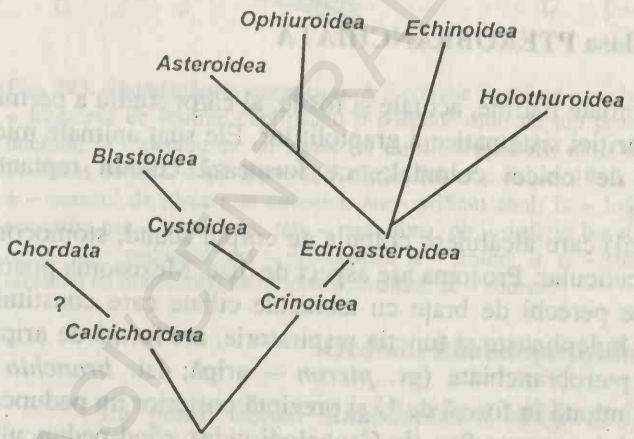


Fig. 292. Relațiile filogenetice dintre principalele grupe de echinoderme și față de chordate (după Remane, Storch și Welsch, 1976, din L. Kämpfe, 1985).

Încrengătura STOMOCHORDATA (HEMICHORDATA)

În această încrengătură sunt reunite celomate deuterostomiene marine, solitare sau coloniale, cu morfologie variată: cele solitare sunt vermiforme (enteropneustele) iar cele coloniale sunt asemănătoare cu coloniile de briozoare (pterobranchiatele) sau de celenterate (graptoliții). Prin caracterele lor fundamentale, aceste animale fac trecerea de la nevertebrate la cordate. Astfel, celomul este trimer, corpul fiind împărțit în trei părți: *prosoma, mezosoma* și *metasoma.* Prezența celomului trimer și a unei vezicule pulsatile (cardio-pericardică) cu rol în circulația sângelui, analogă veziculelor madreporice (veziculele Poli), apropie stomocordatele de echinoderme.

Caracteristică este prezența *stomocordului,* endoschelet constituit de un diverticul al peretelui dorsal al faringelui (gr. *stoma* – gură; *chorda* – baghetă). Stomocordul este un organ analog și nu omolog notocordului de care se deosebește prin originea histologică (notocordul este un schelet axial cordomezoblastic caracteristic cordatelor). Gura este situată ventral, între prosomă și mezosomă. Faringele este prevăzut cu orificii respiratorii iar sistemul nervos are o poziție dorsală, ca la cordate.

Clasificare. Stomocordatele sunt cuprinse în trei clase: Enteropneusta, Pterobranchiata și Graptolithina.

Enteropneustele sunt cunoscute numai ca forme actuale. Pterobranhiatele au reprezentanți fosili și actuali iar graptolitinele sunt exclusiv fosile.

Clasa PTEROBRANCHIATA

Cuprinde stomocordate marine, actuale și fosile, al căror studiu a permis înțelegerea structurii și poziției sistematice a graptoliților. Ele sunt animale mici sau foarte mici, sesile, de obicei coloniale, ce formează colonii reptante asemănătoare briozoarelor.

Indivizii (= zooizii) care alcătuiesc colonia au corpul scund, stomocord mic, și un schelet extern cuticular. Prosoma are aspect de disc. Mezosoma poartă dorsal una sau mai multe perechi de brațe cu tentacule ciliate care constituie lofoforul. *Lofoforul*, care îndeplinește și funcția respiratorie, are formă de aripă, de unde și numele de pterobranchiate (gr. *pteron* – aripă; lat. *branchia* - branhie). Metasoma este îndoită în formă de U și prezintă posterior un peduncul (apendice) cu care individul se poate fixa (la Cephalodiscida); când pedunculul este contractil, el servește la unirea zooidului cu stolonul general al coloniei (la Rhabdopleurida).

Dintre formele actuale, o importanță deosebită pentru înțelegerea organizării formelor fosile prezintă Ordinul Rhabdopleurida.

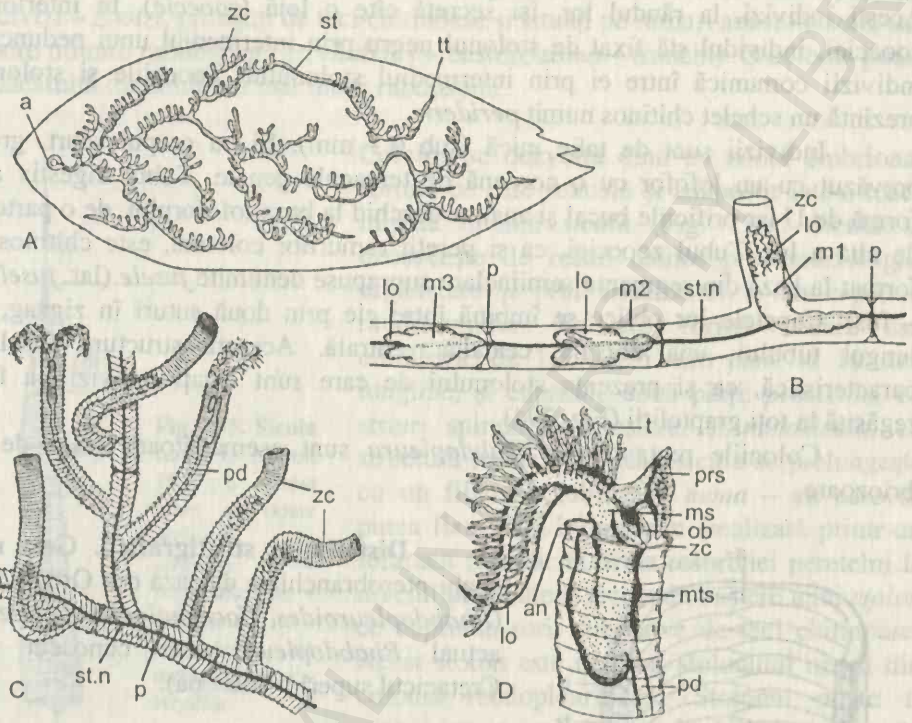


Fig. 293. ***Rhabdopleura normanni.*** A – colonie fixată pe o cochilie de bivalv; B – înmugurirea; C – fragment de colonie cuprinzând o porțiune dintr-un tub principal cu trei zooecii și o ramură laterală; D – detaliu cu un zooid (A după Schepotieff, din Dawydolf, B după Lankaster, în J. Piveteau, 1953; C după Dawydolf, din Z. Feider și colab., 1967; D după Z. Feider și colab., 1967); a – punctul de plecare al coloniei; an – orificiu anal; lo – lofofor; m1 – m3 – muguri apăruți succesiv; ms – mesosoma; mts – metasoma; ob – orificiu bucal; p – perete despărțitor ce separă lojile; pd – peduncul; prs – prososoma; st – stolon; st. n. – stolon negru; t – tentacule; tt – tub terminal cu blastozoizi incomplet dezvoltați; zc – zooecie.

Ordinul Rhabdopleurida

La genul actual *Rhabdopleura* (Fig. 293) colonia (*coenecia*) este rămuroasă și se fixează, de obicei, pe suprafața cochiliilor printr-un tub comun, ondulat și ramificat în mod neregulat. În interiorul tubului, respectiv la baza lui, se găsește un fir axial numit *stolon negru*. Partea vie a acestui stolon este protejată de un perete subțire, de natură chitinoasă. Denumirea de

Rhabdopleurida este legată de dispoziția stolonului negru la baza tubului (gr. *rhabdos* – baston; *pleura* – latură, parte). Stolonul negru prezintă din loc în loc mase germinative care, prin înmugurire, dau naștere unor indivizi (*zooizi*). Aceşti indivizi, la rândul lor, îşi secretă cîte o lojă (*zooecie*). În interiorul zooeciei, individul stă fixat de stolonul negru prin intermediul unui peduncul. Indivizii comunică între ei prin intermediul stolonului. Zooeciile şi stolonul prezintă un schelet chitinos numit *periderm*.

Indivizii sunt de talie mică (sub 0,5 mm). Ei au corpul scurt, gros, prevăzut cu un lofofor cu o coroană de tentacule penate. Tubul digestiv are formă de U iar orificiile bucal şi anal se deschid la baza lofoforului, de o parte şi de alta a lui. Tubul zooeciei, ca şi pereții ramurilor coloniei, este chitinos şi format la bază din segmente semiinelare suprapuse denumite *fusele* (lat. *fusellus* – fus). Capetele lor oblice se îmbină între ele prin două suturi în zigzag, în lungul tubului, una dorsală, cealaltă ventrală. Această structură fuselară caracteristică, ca şi prezența stolonului de care sunt legați indivizii, a fost regăsită la toți graptoliții (Fig. 294).

Coloniile reptante de *Rhabdopleura* sunt asemănătoare celor de la briozoare.

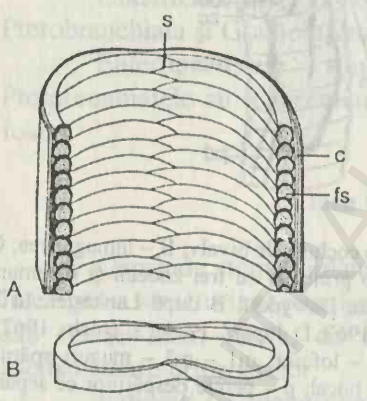


Fig. 294. Secțiune longitudinală (A) prin peridermul unui graptolit (Dendroidea); B – inel fuselar (după Z. Feider şi colab., 1967); c – țesut cortical; fs – țesut fuselar; s – sutura în zig-zag.

Distribuție stratigrafică. Cele mai vechi pterobranchiate datează din Ordovician (*Rhabdopleuroides, Eocephalodiscus*). Genul actual *Rhabdopleura* este cunoscut din Cretacicul superior (Europa).

Clasa GRAPTOLITHINA

Graptoliții au fost stomocordate coloniale marine, exclusiv paleozoice, care au înregistrat maximul de dezvoltare în Ordovician. Coloniile, arborescente sau lineare, fixate sau planctonice, aveau un exoschelet chitinos, flexibil. Graptoliții s-au fosilizat în şisturi argiloase sub formă de impresiuni fine (de câțiva centimetri lungime) ce amintesc de scrierile vechi, de unde şi denumirea dată clasei (gr. *graptos* – scriere; *lithos* – piatră). Considerați inițial colonii de hidrozoare sau de briozoare, paleontologul polonez R. Kozlowski

arată, la jumătatea secolului al XX-lea, afinitățile graptoliților cu pterobranhiatele și îi include în grupul stomocordatelor.

Alcătuirea coloniei. O colonie de graptoliți este alcătuită din numeroși indivizi – *zooizi*, protejați de teci chitinoase și situați pe ramuri anastomozate sau libere numite *rabdosomi* (gr. *rhabdos* – baston; *soma* – trunchi). O colonie poate fi alcătuită din unul sau mai mulți rabdosomi.

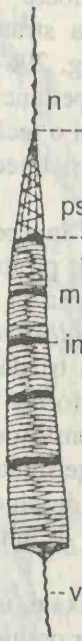


Fig. 295. Sicula (după L. Moret, 1940); n – *nema* (care se poate prelungi cu *virgula*); ps – *prosicula*; ms – *metasicula*; im – îngroșări ale metasiculei; vi – *virgella*.

Colonia se dezvoltă dintr-un zooid embrionar format pe cale sexuată și adăpostit într-o teacă inițială numită *siculă* (Fig. 295). Sicula se deosebește de restul tecilor prin morfologie, organizare și prin situarea ei la un capăt al rabdosomului. Ea are formă conică sau cilindrică, de 1,5 – 2,5 mm până la 10 mm lungime, și cuprinde două părți: *prosicula,* cu striuri spirale de creștere, și *metasicula,* cu structură fuselară. Apical, sicula se prelungește cu un filament tubular – *nema* – cu care se putea fixa. Prin înmugurire (realizată printr-un foramen rezultat în urma resorbției peretelui la nivelul prosiculei), sicula dă naștere unui *stolon* ce cuprinde serii succesive de teci chitinoase. Acest stolon este omolog stolonului negru din colonia rabdopleuridelor. Stolonul poate fi înconjurat sau nu de un tub chitinos în funcție de care se poate fosiliza sau nu. Scheletul chitinos al tecilor, rabdosomilor și, acolo unde există, al stolonilor, se numește *periderm.*

Pereții tecilor și ai rabdosomilor sunt formați din două straturi: un strat intern și un strat extern (cortex). Stratul intern prezintă o structură fuselară. Înălțimea segmentelor semiinelare variază între 25 și 50 microni. În stadiul de bătrânețe, stratul intern este acoperit cu un strat extern, cortical. Acesta este format din lamele opace, dispuse paralel cu suprafața tecii. La graptoliții dendroidei, cortexul este mai gros decât la graptoliții graptoloidei. Structura fuselară a tecilor de graptoliți este identică cu structura zooecilor de rabdopleuride, fapt care nu mai pune la îndoială apartenența graptoliților la Încrengătura Stomochordata. Tecile se dispun în lungul rabdosomului pe unul, două, mai rar patru rânduri.

Clasificare. Graptoliții se clasifică după următoarele criterii de bază: forma rabdosomilor, forma, mărimea și dispunerea tecilor, prezența sau absența

stolonului chitinizat. Clasa Graptolithina se împarte în şase ordine: Dendroidea, Tuboidea, Camaroidea, Stolonoidea, Graptoloidea şi Crustoidea. Dintre acestea, cele mai importante sunt ordinele Dendroidea şi Graptoloidea.

Ordinul Dendroidea

Cuprinde colonii arborescente (dendroide) care au aspectul unor tufe ramificate regulat sau neregulat. Numeroase ramuri pot fi libere sau anastomozate prin intermediul unor disepimente formate pe seama stratului chitinos extern. Rabdosomii au teci diferenţiate dispuse în *triade* (Fig. 296-A). Într-o triadă se găseşte o tecă femelă (*autotecă*), mare, cu stolon peduncular mare, o tecă masculă (*bitecă*), mai mică, cu stolon peduncular scurt şi o tecă de înmugurire (*stolotecă*). Stolotecile se dispun median iar autotecile şi bitecile, rezultate prin înmugurire, se dispun lateral.

Dezvoltarea ontogenetică (Fig. 296-A). Dezvoltarea coloniei începe cu sicula, teaca iniţială, de formă cilindrică. Aceasta se fixează de suport printr-un disc bazal (care corespunde cu *nema* de la graptoloidei) iar deschiderea sa este orientată în sus. Sicula formează prin înmugurire o *stolotecă siculară* care conţine zooidul de înmugurire cu stolon (masa germinativă). Prima triadă s-a format din înmugurirea stolotecii siculare apoi fiecare stolotecă va forma prin înmugurire altă triadă. Stolotecile dezvoltate astfel una peste alta constituie un canal axial comun în care s-a dezvoltat stolonul principal (masa germinativă principală). Deschiderile tecilor sunt îndreptate toate în direcţia deschiderii siculei iar colonia s-a dezvoltat *centrifug*. Stolonul este înconjurat de un tub chitinos, fosilizabil.

Graptoliţii dendroizi au fost forme predominant bentonice, fixate, unele chiar incrustante. Dispozitivele de fixare erau diferite: cu ajutorul unor prelungiri radiciforme (ramificate sau sub formă de ţăruş), dezvoltate din stratul extern chitinos al siculei; prin intermediul unui disc bazal format tot din stratul cortical al siculei; alte colonii se puteau fixa cu ajutorul nemei.

Graptoliţii dendroizi (34 genuri) se cunosc din intervalul Cambrian superior – Carbonifer inferior.

Dictyonema (Fig. 297) (Cambrian superior – Carbonifer inferior). Este o colonie conică, cu impresiunea în formă de evantai, alcătuită din rabdosomi ramificaţi dichotomic regulat; ramurile sunt unite prin prelungiri ale ţesutului cortical (disepimente), de unde aspectul reticulat al coloniei. Tecile au deschiderea orientată spre interiorul conului.

Majoritatea speciilor de *Dictyonema* trăiau fixate de substrat cu ajutorul nemei, care a dat naştere unui disc bazal adeziv; numai specia *D. flabelliforme*, din Ordovicianul inferior (Tremadocian), ducea viaţă pseudoplanctonică, fiind

fixată printr-un filament tubular (nema) de alge sau alte corpuri plutitoare. Genul *Dictyonema* a avut o răspândire paleogeografică mare.

Dendrograptus (Fig. 296) (Cambrian superior – Carbonifer inferior). Este o colonie dendroidă fixată prin intermediul unui peduncul gros de la care pornesc ramuri principale libere (neanastomozate) și ramificate neregulat, luând aspect de tufă.

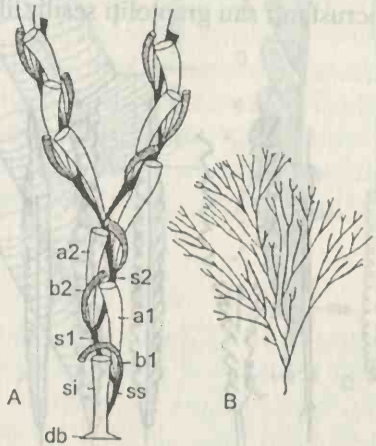


Fig. 296. ***Dendrograptus.*** A – generații succesive de triade (schemă); B – aspectul coloniei (A după J. Piveteau, 1953; B din E. Hanganu și colab., 1983); a1-a2 – autoteci; b1-b2 – biteci; db – disc bazal; si – siculă; ss – stoloteca siculară.

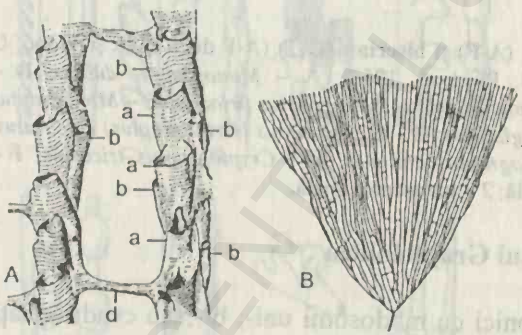


Fig. 297. ***Dictyonema flabelliforme.*** A – fragment de ramuri unite prin disepimente; B – aspectul coloniei (A după J. Piveteau, 1953; B după V. Bodîlevskii, 1951); a – autoteci; b – biteci; d – disepiment.

Ordinul Tuboidea

Acest ordin cuprinde numai graptoliți sesili, cu rabdosomi încrustanți sau cu ramificații arborescente, cunoscuți din intervalul Ordovician inferior – Silurian (11 genuri). Tecile sunt diferențiate dar nu prezintă dispoziția regulată a triadelor de la dendroidei.

Ordinul Camaroidea

Este reprezentat numai prin cinci genuri de graptoliți încrustanți, neramificați, din Ordovicianul inferior (Tremadocian) al Poloniei.

Ordinul Stolonoidea

Cuprinde un singur gen de graptoliți încrustanți sau graptoliți sesili, liber ramificați (Tremadocian, Polonia).

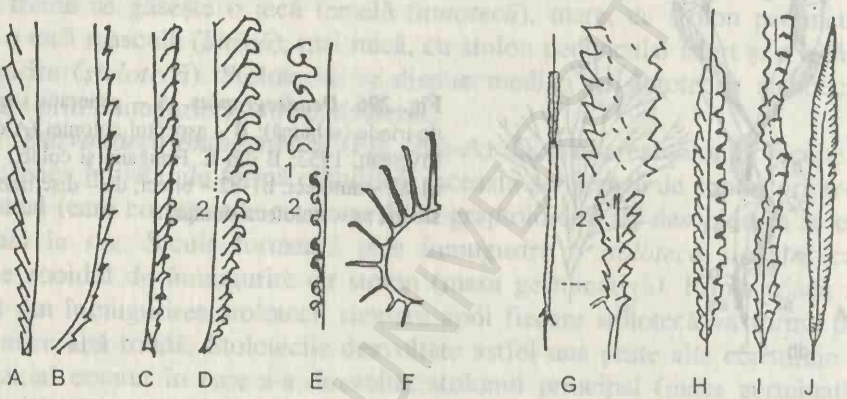


Fig. 298. Tipuri de rabdosomi uniseriați (A-F) și biseriați (G-J) (A-F după Elles și Wood; G după Elles; H-J după Ruedemann, în J. Piveteau, 1953); A – *Monograptus dubius*; B – *Monograptus tenuis*; C – *Monograptus vomerinus*; D – *Monograptus priodon*; E – *Monograptus lobiferus*; F – *Monograptus (Rastrites) longispinus*; G – *Diplograptus (Orthograptus) calcaratus*, rabdosom întreg și detaliu; H – *Climacograptus antiquus*; I – *Cryptograptus tricornis*; J – *Trigonograptus ensiformis*; 1 – partea distală; 2 – partea proximală.

Ordinul Graptoloidea

Cuprinde graptoliți planctonici cu rabdosomi uni-, bi- sau cvadriseriați. Coloniile au, în general, un număr redus de rabdosomi care pot fi rectilinii sau curbați, uneori spiralați sau aplatizați petaloid (Fig. 298). Tecile sunt asemănătoare între ele și conțin zooizi hermafroditi. Ele au formă cilindrică sau conică, și pot fi mai lungi sau mai scurte, rectilinii sau curbate sigmoidal; uneori sunt torsionate axial sau distanțate și curbate distal ca un cârlig (Fig. 300). Sicula are formă conică. Din dreptul deschiderii siculei se dezvoltă un spin lung, îndreptat în jos, numit *virgella* (Fig. 299-B), care apare primul, și *spini bucali*, secundari. Sicula se orientează cu deschiderea în jos și plutește menținâdu-și echilibrul cu ajutorul unui spinilor din jurul deschiderii și cu ajutorul unei

prelungiri apicale – *nema* (Fig. 299-B). Rabdosomii au tecile dispuse uni-, bi-, şi chiar quadriserial.

Stolonul, fiind lipsit de un tub chitinos, nu s-a păstrat prin fosilizare. Coloniile prezintă organe de plutire, ca adaptare la viaţa planctonică.

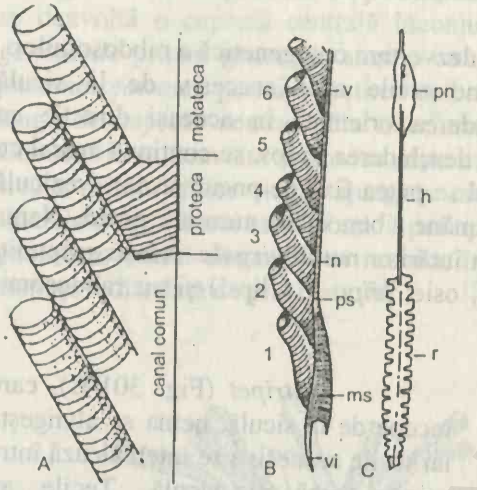


Fig. 299. Alcătuirea rabdosomului la graptoliţii graptoloidei (A după A. H. Müller, 1963; B, C – după J. Piveteau, 1953); A – părţile unei teci; B – rabdosom uniseriat (monoprionid); C – rabdosom biseriat (diprionid); h – hidrocaul; ms – metasiculă; ps – prosiculă; n – nema; pn – pneumatofor; r – rabdosom; v – *virgula*; vi – *virgella* (prelungire spinoasă).

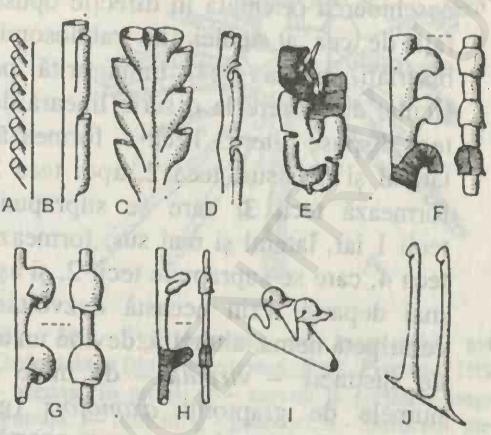


Fig. 300. Graptoloidea. Proncipalele tipuri de teci (după Bulman şi A. H. Müller); A – *Dichograptus*; B – *Leptograptus*; C – *Glyptograptus*; D – *Dicellograptus*; E – *Climacograptus*; F – *Monograptus priodon*; G – *Monograptus lobiferus*; H – *Monograptus knockensis*; I – *Monograptus spiralis*; J – *Rastrites*.

Dezvoltarea ontogenetică. Dezvoltarea coloniei de graptoloidei începe, ca şi la dendroidei, prin formarea unui mugure tubular analog stolotecii siculare de la dendroidei. Acest mugure, dezvoltat la nivelul unui foramen deschis în metasiculă, va forma prima tecă, hermofrodită, care va înmuguri în continuare, formând o succesiune de teci.

BCU "M. EMINESCU" IAŞI
BCU "M. EMINESCU" IAŞI LIBRARY

Tecile graptoloideilor prezintă două părți distincte, care se deosebesc după striurile de creștere ale peridermului: *proteca*, echivalentă stolotecii, și *metateca*, echivalentă autotecii dendroideilor; biteca este exclusă. Prin suprapunerea protecilor se formează canalul axial al rabdosomului, în care este situat stolonul de înmugurire a stolonilor pedunculari ai zooizilor. Stolonul nu formează un perete chitinizat.

S-au identificat două moduri de dezvoltare ontogenetică a rabdosomilor:

- *centrifug* (Fig. 301-A), când tecile apar succesiv de la siculă (îndepărtându-se de ea) și au deschiderea orientată în aceeași direcție cu deschiderea siculei. Sicula, orientată cu deschiderea în jos, se continuă apical cu un filament tubular, cu care rabdosomul se putea fixa de pneumatofor (veziculă plutitoare). Când filamentul tubular rămâne liber, el se numește *nemă*. Nema este scurtă și nu se prelungește cu un ax întăritor numit *virgula*. Acești graptoliți sunt numiți *axonolipi* (gr. *axon* – axă, osie; *leipo* – a lipsi) și au rabdosomii simetrici bilateral.

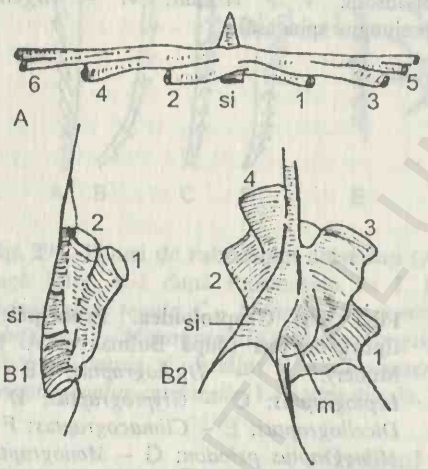


Fig. 301. Dezvoltarea ontogenetică a coloniei la Graptoloidea (după L. Moret, 1940). A – centrifugă, la Axonolipa; B – centripetă, la Axonophora: B1 – monoprionizi; B2 – diprionizi; m – mugur; si – sicula; 1-5 – ordinea apariției tecilor.

- *centripet* (Fig. 301-B), care începe de la siculă, nema se alungește iar tecile succesive se intercalează între prima teacă și siculă. Tecile au deschiderea orientată în direcție opusă față de cea a siculei. La rabdosomii biseriați, prima tecă, înmugurită pe sicul, dă naștere la o serie lineară de teci dispuse altern. Teca 1 formează, lateral și mai sus, teca 2, apoi teca 2 formează teca 3, care se suprapune tecii 1 iar, lateral și mai sus, formează teca 4, care se suprapune tecii 2, și așa mai departe. Prin această dezvoltare centripetă nema, alungită, devine un ax de susținere – *virgula* – de unde și numele de graptoliți *axonofori* (gr. *axon* – axă, osie; *phoros* – care poartă). Când rabdosomul a devenit adult, partea din virgulă care se prelungește deasupra ultimei teci formează o tijă netedă, fină și alungită, numită hidrocaul; acesta, prin dilatare, a dat naștere unei vezicule plutitoare (*pneumatofor*) (Fig. 299-C).

Coloniile complexe (*synrabdosomi*) (Fig. 302) se formează în felul următor (după Ruedemann): sicula dezvoltă apical nema care formează o formațiune dilatată, de formă pătrată, numită *sac bazal*. Sicula se atașează la sacul bazal printr-o porțiune dilatată a nemei, numită *nod central*. Prin înmugurire, sicula produce un prim rabdosom. În același timp, din nodul central se dezvoltă o capsulă centrală înconjurată de patru mici vezicule care sunt *gonotecile* primei generații, atașate cu un scurt funicul. Sacul bazal devine un *pneumatofor* care permite plutirea coloniei. În acest stadiu, unicul rabdosom se leagă de capsula centrală din interiorul pneumatoforului printr-un *hidrocaul*. Gonotecile se dezvoltă și produc niște muguri (= *blastostili*) pe care se dezvoltă sicule. Când aceste sicule ajung la maturitate, peretele gonotecii se rupe și siculele dezvoltă noi rabdosomi. Apoi apare o altă generație de gonoteci în jurul pneumatoforului din care vor rezulta, în același fel, o altă serie de rabdosomi dispuși radiar față de pneumatofor.

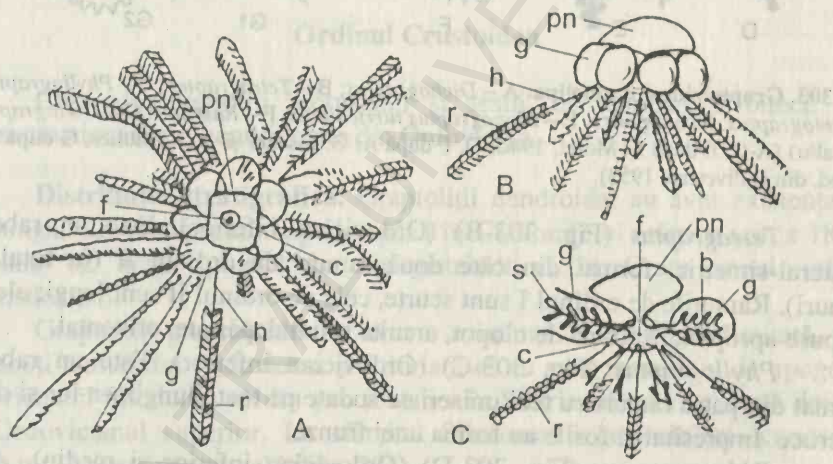


Fig. 302. Synrabdosom de graptoloid axonofor (*Glossograptus quadrimucronatus*, Ordovician) (după Ruedeman, din J. Piveteau, 1953). A – o colonie văzută într-un singur plan; B – aceeași, în profil; C – aceeași în secțiune longitudinală schematică. b – blastostil; c – placa centrală; f – funicul; g – gonoteci; h – hidrocaul; pn – pneumatofor; r – rabdosom; s – sicule.

Subordinul Axonolipa. Cuprinde graptoliți axonolipi.

Dichograptus (Fig. 300-A, Fig. 303-A) (Ordovician inferior). Este un rabdosom uniseriat (monoprionid) cu simetrie bilaterală, format din opt ramuri care au luat naștere prin ramificare dichotomică repetată până la ordinul III. Două perechi de ramuri sunt scurte și egale (cele de ordinul I și II), celelalte două perechi (de ordinul III) sunt mai lungi și egale. Avea o răspândire largă.

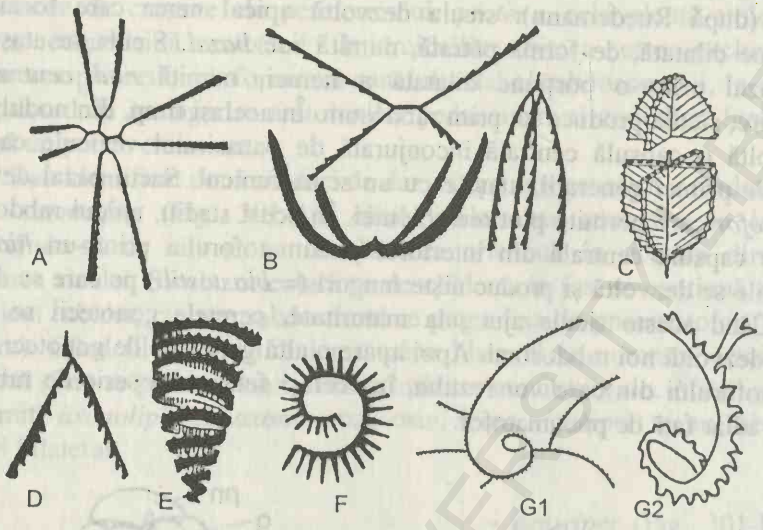


Fig. 303. Graptoloidea. Axonolipa. A – *Dichograptus*; B – *Tetragraptus*; C – *Phyllograptus*; D – *Didymograptus*; **Axonophora.** E – *Monograptus turriculatus*; F – *Rastrites*; G – *Cyrtograptus* (G2 - detaliu) (A-C, E după L. Moret, 1940; D, F după A. G. Fischer şi A. H. Müller; G după Elles şi Wood, din J. Piveteau, 1953).

Tetragraptus (Fig. 303-B) (Ordovician inferior). Este un rabdosom bilateral-simetric, format din câte două ramuri de ordinul II (în total patru ramuri). Ramurile de ordinul I sunt scurte, cele de ordinul II sunt lungi; ele pot fi dispuse apropiat, în formă de clopot, arcuite sau îndepărtate, orizontal.

Phyllograptus (Fig. 303-C) (Ordovician inferior). Este un rabdosom format din patru ramuri cu teci uniseriate sudate pe toată lungimea lor şi dispuse în cruce. Impresiunile fosile au forma unei frunze.

Didymograptus (Fig. 303-D) (Ordovician inferior şi mediu). Are un rabdosom format din două ramuri principale uniseriate, care formează un anumit unghi între ele, în formă de diapazon.

Graptoloideii axonolipi au lăsat fosile caracteristice pentru Ordovician.

Subordinul Axonophora. Cuprinde graptoliţi axonofori.

Diplograptus (Fig. 298-G) (Ordovician mediu – Silurian inferior). Este reprezentat printr-o colonie complexă – *synrabdosom* – formată din rabdosomi biseriaţi (diprionizi), legaţi, prin hidrocauli, de o plăcuţă stelată; aceasta era situată în interiorul unei capsule centrale purtată de un pneumatofor care ajuta la plutirea coloniei. Capsula centrală era înconjurată de organe de reproducere saciforme numite *gonoteci*.

Este un gen cu o mare răspândire: Europa, America de Nord, Australia, Asia.

Monograptus (Fig. 298-A-F, Fig. 300-F, Fig. 303-E) (Silurian). Este un rabdosom uniseriat, drept sau spiralat (*M. (Spirograptus) turriculatus*). Tecile pot avea forme foarte diferite, în funcție de specie: drepte (*M. dubius*), curbate (*M. priodon*), triunghiulare sau conice (*M. comunis*). Avea o mare răspândire.

Rastrites (Fig. 298-F, Fig. 300-J, Fig. 303-F) (Silurian inferior). Este un rabdosom uniseriat, plan spiral, cu teci rare și îngust alungite. Răspândire largă.

Cyrtograptus (Fig. 298-I, Fig. 303-G) (Silurian mediu). Are un rabdosom mai mult sau mai puțin înrulat într-o spiră largă. El este format dintr-un ram principal din care pornesc ramuri secundare care se ramifică până la ramuri de ordinul IV. Tecile sunt de tip *Monograptus*. A avut o mare răspândire în Emisfera Nordică.

Graptoloideii axonofori au trăit numai în perioadele Ordovician și Silurian.

Ordinul Crustoidea

Cuprinde graptoliți încrustanți și sesili, cu autoteci și biteci. Sunt cunoscute numai șase genuri, toate din Ordovician.

Distribuție stratigrafică. Graptoliții dendroidei au avut existența cea mai lungă, din Cambrianul superior până în Carboniferul inferior (circa 180 de milioane de ani), apogeul lor înregistrându-se în Ordovicianul inferior (Tremadocian).

Graptoliții graptoloidei au avut o existență în timp mai limitată, fiind cunoscuți numai din Ordovician și Silurian; ei au avut momentul de apogeu în Ordovicianul inferior și mediu și o revenire în Silurianul inferior, după declinul din Ordovicianul superior. La sfârșitul Silurianului graptoloideii cunosc un declin rapid și extincția totală (Fig. 304).

Filogenia stomocordatelor. Stomocordatele sunt, în mod evident, apropiate filogenetic de echinoderme și cordate (deși morfologia stadiului adult este foarte deosebită). Formarea gastrulei și a celomului sunt foarte asemănătoare cu stadiile corespunzătoare de la echinoderme iar larva *tornaria* de la stomocordatele actuale este inițial identică cu larva *bipinnaria* de la asteroidee. Prezența orificiilor faringiene și sistemul nervos dorsal, apropie stomocordatele de cordate.

Graptoliții se aseamănă cu pterobranhiatele rhabdopleuride și se pare că zooizii lor aveau, ca și acestea, lofofor. Graptoliții dendroidei sunt cei mai

primitivi; din aceştia au evoluat graptoloideii, prin simplificări morfologice şi unele modificări structurale cum ar fi: reducerea polimorfismului iniţial, reducerea numărului de ramuri ale rabdosomilor şi a numărului de zooizi pe un rabdosom. Simplificarea rabdosomilor se poate urmări atât la dendroidei cât şi la graptoloideii axonolipi. Numărul de zooizi a scăzut mult, de la aproximativ 25000 de teci pe un rabdosom de *Dictyonema*, la 3000 de teci pe un rabdosom de *Dichograptus*, 100 - 200 de teci la *Diplograptus* şi sub 50 de teci pu un rabdosom de *Monograptus*. De remarcat este şi faptul că la sfârşitul unor linii evolutive s-a iniţiat un proces de ramificare secundară a rabdosomilor (la *Cyrtograptus*).

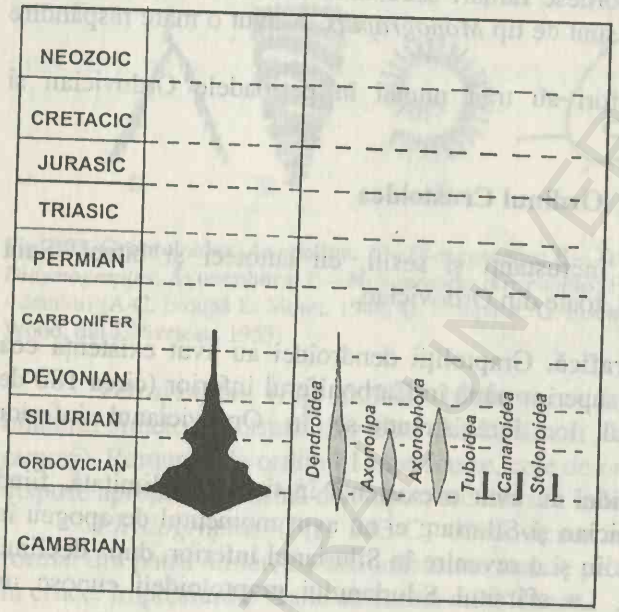


Fig. 304. Distribuţia stratigrafică a graptoliţilor (în nuanţă deschisă principalele ordine şi subordine iar în negru întreaga clasă) (bazat pe House, în G. Krumbiegel şi H. Walther, 1984 şi alte surse).

Paleoecologie. Graptoliţii dendroidei erau, în cea mai mare parte, bentonici, fiind forme sesile sau incrustante. Fixarea se realiza prin intermediul unui disc bazal sau prin filamente rizoidale ori peduncul. Graptoliţii pseudoplanctonici (*Dictyonema*) se prindeau de alge sau alte corpuri plutitoare cu un organ adeziv (o ventuză) sau prin răsucirea nemei. Graptoliţii planctonici pluteau liber cu ajutorul veziculei plutitoare, de la capătul hidrocaulului sau cu ajutorul pneumatoforului coloniei.

Graptoliţii au avut o răspândire spaţială mare, mai ales datorită vieţii lor planctonice. Prezenţa fosilelor de graptoliţi în şisturile argiloase negre ar sugera faptul că aceştia trăiau deasupra zonelor adânci ale mărilor. Ulterior, graptoliţii au fost întâlniţi şi în constituţia altor tipuri de roci (gresii, calcare), fapt ce ar indica vieţuirea acestora în zone mai puţin adânci. Graptoliţii reprezintă fosile caracteristice de mare importanţă pentru Ordovician şi Silurian, pe baza lor fiind separate numeroase zone paleontologice.

BARBU VIRGINIA, 1968 – *Paleontologie*, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.
BARNES R. D., 1982 – *Invertebrate Zoology*, fourth edition, Saunders College/Holt, Philadelphia.
BARNES R. S. K., şi colab., 1989 – *The invertebrates – a new synthesis*, Blackwell Scientific Publications, Oxford.
BOUÉ H., CHANTON R., 1968 – Zoologie, vol. I – *Invertébrés*, 3-e édition, G. Doin & C-ie éditeurs, Paris.
BOULE M., 1905 – *Conférences de Paléontologie*, Masson et C-ie, Paris.
DRAGOŞ V., 1982 – *Geologie generală şi stratigrafică*, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.
FIRĂ V., NĂSTĂSESCU M, 1977 – *Zoologia nevertebratelor*, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.
GAVRILOV V. P., 1980 – *Călătorie în trecutul Pământului*, Editura Tehnică, Bucureşti.
GRASSÉ P. P., 1961 – *Zoologie invertébrés*, Paris.
GRIGORESCU D., 1980 – *Înaintea apariţiei omului*, Editura Albatros, Bucureşti.
GROBSTEIN C., 1965 – *The strategy of life*, W. H. Freeman and Company, San Francisco and London.
GROSSU A. V., 1961 – *Mollusca – Bivalvia*, vol. III, fascicula 3 – în *Fauna RSR*, Editura Academiei RSR.
GROSSU A. V., 1987 – *Gastropoda Romaniae*, 2 – *Subclasa Pulmonata*, Editura Litera, Bucureşti.
HANGANU ELISABETA, 1971 – *Paleontologia nevertebratelor* (Caiet de lucrări practice), Universitatea Bucureşti.
HANGANU ELISABETA-NISTOR, ŞURARU N., GRIGORESCU D., 1983 – *Paleontologie*, Ed. Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.
IONESI BICA, 1982 – *Curs de micropaleontologie*, Universitatea „Al. I. Cuza" Iaşi (curs litografiat).
KÄMPFE, L., 1985 – *Evolution und Stammesgeschichte der Organismen*, VEB. Gustav Fischer Verlag, Jena.
KENNEDY W. J., LANDMAN N. H., COBBAN W. A., SCOTT G. R., 2000 – Late Campanian (Cretaceous) heteromorph ammonites from the western interior of the United States, Bulletin of the American Museum of Natural History, No. 251, New York.
KRUMBIEGEL G., WALTER H., 1984 – *Fossilien*, VEB. Deut. Verlag. Leipzig.
MANOLIU E., ORBOCEA M., 1981 – *Elemente de Paleontologie (curs)*, Editura Universităţii Bucureşti.
Mc GAVIN G., 2001 – *Essential Entomology*, Oxford University Press.
MOODY R., 1983 – *Fossils*, Newnes Books Limited.
MORET L., 1940 – *Manuel de Paleontologie animale*, Masson et C-ie Ed., Paris.
MÜLLER A. H., 1958 - 1981 – *Lehrbuch der Paläozoologie*, Bd. I-II, VEB G. Fisher Verlag, Jena.
NEAGU T., 1979, *Micropaleontologie – Protozoare*, Editura Tehnică, Bucureşti.

NEAGU T., LAZĂR I., CÎRNARU I., 2002 – *Paleozoologia nevertebratelor*, vol. I şi II, Editura Universităţii Bucureşti.
NORMAN, D., 1994 – *Prehistoric Life – the rise of the vertebrates*, Boxtree Limited, London.
PARENZAN P., 1970 – *Carta d'identita delle conchiglie del Mediterraneo*, vol I – *Gastropoda*, Ed. Bios Taras – Taranto.
PARKER S., BERNOR, R., 1996 – *Fossils – the practical guide to paleontology*, Greenwich Ed., Singapore.
PATRULIUS D., 1971 – *Călătorie în mările trecutului*, Editura Ştiinţifică Bucureşti.
PAUCĂ M., 1959 – *Din viaţa speciilor dispărute*, Editura Ştiinţifică, Bucureşti.
PERRIER R., 1921 – *Cours élémentaire de zoologie*, Editura Masson et C-ie, Paris.
PETRESCU I., 1978 - *Pământul – o biografie geologică*, Editura Albatros, Bucureşti.
PETRESCU I., 1986 – *Lumi geologice dispărute*, Editura Dacia, Cluj-Napoca.
PETRESCU I., 1990 – *Perioadele glaciare ale Pământului*, Editura Tehnică, Bucureşti.
PIVETEAU J., (coordonator), 1952 – *Traité de Paléontologie*, Tom. I-III, Masson et C^{ie}, éditeurs, Paris.
RADO GERTRUDA, BASARAB-PETRU D., 1980 – *Îndrumător pentru lucrările practice de Paleontologia nevertebratelor*, Universitatea Bucureşti.
RADU V. G., RADU V., 1972 – *Zoologia nevertebratelor*, vol. I, edi'ia a II-a, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.
RADU V. G., RADU V., 1967 – *Zoologia nevertebratelor*, vol. II, ediţia a II-a, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.
RIEDL R., 1963 – *Fauna und Flora der Adria*, Verl. Paul Parey, Hamburg şi Berlin.
ROLFE I., 1980, Early invertebrate terrestrial faunas, în Systematics Association Special Volume No 15, *„The Terrestrial Environment and the Origin of Land Vertebrates"*, edited by A. L. Panchen, pp 117-157, Academic Press, London and New York.
ROMOSER W. S., STOFFOLANO J. G., 1994 – The Science of Entomology, Wm. C. Brown Publisher.
SAULEA EMILIA, 1967 – *Geologie istorică*, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.
ŞURARU MARIA, 1975 – *Paleontologie (Stomochordata şi Vertebrata)*, curs litografiat, Universitatea „Babeş-Bolyai", Cluj-Napoca.
ŞURARU N., 1977 – *Paleontologie (nevertebrate)*, curs litografiat, Universitatea „Babeş-Bolyai", Cluj-Napoca.
TĂTĂRÂM N., 1988 – *Geologie stratigrafică şi paleogeografie. Precambrian şi Paleozoic*, Editura Tehnică, Bucureşti.
TRELEA NATALIA, 1974 – *Curs de paleontologie*, Universitatea "Al. I. Cuza" Iaşi.
TURCULEŢ I., 1994 . *Dicţionar de paleontologie – Metazoare. Nevertebrate*, Editura Universităţii "Al. I. Cuza" Iaşi.
TURCULEŢ I., 2000 – *Aptihii din România*, Editura Academiei Române, Bucureşti.
*** 1995 – *Chronostratigrafie und Neostratotypen. Neogen der Zentrale Paratethys*, Bd. IX, *Dacien*, Rumänische Akademie.

A

Acanthoceras, 178
A. rhotomagense, 178
Acanthoceratidae, 141, 178
Acanthosphaera, 45, 46
Acarina, 246
Acervularia, 86, 87
Acervulariidae, 87
Acnidaria, 11, 54, 68
Acoelomata, 11, 54,55
Acrocidaris formosa,
Acropora, 97, 100
Acroporidae, 97
Acrosaleniidae, 373
Acrotreta, 311, 312, 313
Acrotretacea, 322
Acrotretida, 311, 213, 313
Actaeonalla, 128
A. gigantea, 129
A. (Trochacteon) lamarcki, 129
Actaeonellidae, 119, 128
Acteocina, 129
A. lajonkaireana, 129
Acteocinidae, 119, 129
Actinastrea, 97, 100
Actinoceras, 155
Actinoceratoidea, 141, 146, 155, 191, 192, 193
Actinocrinites, 345, 346
Actinomma, 45, 46
Actinopoda, 12, 44
Actinostromaria, 74
Aculifera, 110
Aeger, 279, 280
Aglaspida, 270
Agnostida, 259, 264, 265
Agnosthus, 259, 261
Agoniatites, 166, 168
Agoniatitidae, 141, 166
Allogromiidae, 13
Allogromiina, 28, 29, 144
Allopora, 72
Alveolina, 18, 36, 37
Alveolinidae, 19, 43
Alveolites, 102
Amaltheus, 162, 175
A. margaritatus, 175
Amaltheidae, 141, 175
Amblysiphonella, 59, 60
Ammodiscus, 29
Ammonia (=Rotalia), 37
Ammonitida, 141, 163, 175, 179
Ammonitidae, 193
Ammonoidea, 141, 156, 164, 165, 191, 192, 193
Amphiastrea, 107
Amphineura, 110
Amphiope, 380
A. biauriculata, 382
A. eliptica, 380
Amphistegina, 41
A. madagascariensis, 42
Amphisteginidae, 42, 47
Amphorida, 329
Ampullaria, 118
Ananchites (=Echinocorys), 368, 381
A. ovata, 365
Anarcestes, 166
A. lateseptatus,
Anarcestida, 141, 161, 162, 165, 191
Ancillaria, 126
A. glandiformis, 127
Ancyloceratida, 165, 174, 191
Ancyloceratidae, 141, 170, 173
Annelida, 11, 51, 54, 239, 240, 292
Animalia, 11
Anodonta, 214, 215
Anomalodesmata, 206, 229, 235, 236
Anomura, 279
Anoplura, 285, 290
Anostraca,
Antalis, 195
A. grande, 195
Antedon, 338
Anthozoa, 69, 78
Anthracosia, 213
A. carbonaria, 215

Anthracosiidae, 206, 213, 232
Apiocrinus, 343, 347, 348
Aplacophora, 110, 111, 239
Aporosa, 96
Aporrhaidae, 119, 124
Aporrhais, 124, 125
Apterygota, 283, 286
Aptychus, 165
Arachnida, 266, 271
Araneae, 271
Arbacia, 363, 373, 378, 379
A. pustulosa, 387
Arbacioida, 373, 378, 384
Arca, 202, 208, 234
A. turonica, 210
Arcestes, 162, 170
A. ausseanus, 170
A. (Proarcestes) gaytani, 170
Arcestidae, 141, 169
Archaeocidaris, 373, 376, 379
A. rossica, 376
Archaeoconularia, 77
A. fecunda, 78
Archaeocopida, 278
Archaeocyatha, 55, 65
Archaeocyathus, 65, 66
A. minussiensis 67
Archaeogastropoda, 119
Archaeognatha, 284, 286, 290
Archais (= Orbiculina), 20, 34, 35, 36
Archiacina, 20
Architeuthis, 140, 182
Arcidae, 202, 206, 208, 234, 235
Arcoida, 206, 208, 235
Argonauta, 188, 190
Arietites, 175
A. bucklandi, 178
A. obtusus, 175
A. raricostatus, 175
A. romanicus,
Arietitidae, 141, 175
Aristocystis, 327, 329
A. bohemicus, 331
Arthropleura, 251
A. armata, 251, 252
A. pruvosti, 252
Arthropleurida, 246, 251
Arthropoda, 11, 51, 245, 292
Articulata (în Brachiopoda), 304, 307, 309, 311, 313, 322
Articulata (în Crinoidea), 324, 344, 346, 349
Ascoceras, 146, 149
Ascocerida, 141, 149
Ascoceridae, 193
Ascocystis, 350
Aspidoceras, 177, 178
Aspidoceratidae141, 177
Assilina, 39, 40
Astarte, 217
A. triangularis, 222
Astartidae, 206, 216, 232
Asterias rubens, 352
Asteroblastus, 328
A. regularis, 331
Asteroidea, 324, 350, 352, 356, 391
Asterozoa, 324, 350
Astreopora,
Astrocoeniidae, 97
Astrocoeniina, 96, 97
Astylospongia, 58
Atelostomata, 373, 380
Athecalia, 96
Athecata, 69, 71
Atractites, 181, 184, 190
A. pussilus, 184
Atrypa, 305, 318
A. reticularis, 319
Atrypacea, 317
Atremata,
Aturia, 151, 153
A. zigzag, 152, 153
Aturiidae, 141, 152
Aulacoceras, 181, 184
A. timarensis,
Aulacoceridae, 193
Aulopora, 102
Auloporidae, 104
Avicula, 205
Axonolipa, 400, 401, 404
Axonophora, 400, 402, 404
Axopora, 72, 73
Aysheaia, 245
A. pedunculata, 244

B

Bactrites, 156
Bactritoidea, 141, 156, 181, 189, 191, 193
Baculites, 174
B. anceps, 174
Baculitidae, 141, 174
Bairdia, 276, 277
Balanocrinus, 344
Balantium (=Clio), 130
Balanus, 278, 279
Barbotella (=Turbo), 115, 118, 120, 121
Barrandeoceras, 151
B. bohemicum, 152
Barrandeocerida, 141, 148, 151, 191
Barroisia, 59, 60
Basommatophora, 119, 130, 131
Bathuriscus, 260
Belemnitella, 183
B. lanceolata, 184
B. mucronata, 184
Belemnites, 182
Belemnitida, 140, 181, 191
Belemnitidae, 141, 183, 193
Belemnoteuthidae, 184, 193
Belemnoteuthis, 184, 190
Belinurus regina, 267
Bellerophon, 114, 120, 121
Bellerophontacea, 132
Bellerophontidae, 119
Beloptera, 184, 185
Belopterella, 190
Belosepia, 186, 188, 190
Berenicea, 295
B. diluviana, 296
Berriasella, 177
B. (= Fouriella) boissieri, 178
Berriasellidae, 141, 177
Berthelinia typical, 230, 231
Beyrichia, 276, 277
Bibio morio, 284
Bilobites (=Dicoelasia), 314, 315
Biloculina (=Pyrgo), 34
Bivalvia (=Lamellibranchia), 110, 196, 239
Blastoidea, 332, 334, 391
Blastoidocrinus, 336
Blattodea (=Blattaria), 284, 290
Bochianites, 173
Borelis, 36, 37
B. melo, 36
Bothriocidaris, 344, 374, 376
Bothriocidaroida, 373, 374, 384
Botryocrinus,
Brachiopoda, 11, 54, 55, 302
Branchiopoda, 272
Brachyura, 279
Bronteus (=Scutellum), 260, 261
Brooksella, 77
Bryozoa, 11, 54, 55, 293
Buccinum, 118, 126
B. bessarabicum, 127
B. duplicatum, 126
B. iassiense, 126
Bulimina inflata, 44
Burgessia, 249
B. bella, 249

C

Cactocrinus, 340, 341, 345
Calamophyliidae, 97
Calceola, 89
C. sandalina, 89
Calcichordata, 391
Calcispongea, 58
Calianassa, 279
C. ferox, 280
Caloneurodea, 290
Calpionella, 47
C. alpina, 47, 48
C. eliptica, 48
Calvertia (=Theodoxus), 122
Calymene, 262, 263
Camaroidea, 396, 398, 404
Camerata, 324, 340, 343, 344, 348, 349
Camerina (=Nummulites), 38
Campanile, 123
C. giganteum, 125
Canadia, 242, 243
Caprina, 227
C. adversa, 226
Caprinidae, 206, 227
Caprotina, 226, 227

Caprotinidae, 206, 207
Carcinoscorpius, 268
Cardiidae, 198, 206, 219
Cardiola, 208
C. cornucopie
Cardita, 203, 217
C. (Venericardia) jouanneti, 217
C. (Venericardia) planicosta, 217
C. transsylvanica, 217, 222
Carditidae, 206, 217, 232, 324, 235
Cardium, 203, 219
C. fittoni (=Plicatiforma fittoni), 219, 222
C. obsoletum, 219
Carpoidea, 325, 389
Caryophylliidae, 98, 99
Caryophyllina, 96, 98
Cassidulinacea, 14
Cassiduloida, 373, 381, 384
Cavolinia,
Cavolinidae, 119, 130
Cenoceras, 153
Cenosphaera, 45, 46
Centronella, 310
Cephalochordata, 11
Cephalodiscus, 391
Cephalopoda, 110, 139, 239
Ceratites, 169
C. nodosus, 170
C. dorsoplanus, 169
Ceratitida, 141, 163, 165, 167, 168
Ceratitidae, 141, 169
Ceratotrochus, 99, 100
Ceriantipatharia, 106
Cerithacea, 132
Cerithidae, 119, 123
Cerithium, 115, 118, 123
C. mitrale, 125
Chaetetes, 102, 103, 115
C. radians, 104
Chaetetidae, 103
Chaetognatha, 11, 51
Chama, 218
C. calcarata, 222
Chamidae, 206, 218
Chatwinothyris, 320
Cheilostomata, 297, 298, 301
Chelicerata, 246, 266, 292
Cheloniellon, 248
C. calmani, 248
Chinianaster levyi, 351
Chiton, 111
C. miocaenicus, 112
Chitinozoa, 48
Chlamys, 199, 212
C. nodosa,
Choanoflagellata, 64
Chonetes, 316, 315
C. striatella, 316
Chonophyllum,
Chonophyllidae,
Chonostegites, 102
Chordata, 51, 54, 55, 391
Choristida, 61, 62
Cidaridae, 359
Cidaris, 361, 363, 365, 366, 376, 377
C. blumenbachi, 376
C. cervicalis, 365
C. coronata, 376
C. glandifera, 365
C. parandieri, 365
C. roemeri, 376
Cidaroida, 333, 375, 384
Ciliophora, 47
Cirripedia, 272, 278
Cladiscites, 171
C. primitivus, 171
C. tornatus, 170
Cladiscitidae, *141, 170*
Cladocera, 272
Cladochonus, 102
Clausilia, 132
C. edmondi, 132
Clausilidae, 119, 132
Climacograptus, 399
C. antiquus, 398
Clio (=Balantium), 130
C. meniliticum, 129
Cliona, 62
Clymenia, 166, 168
C. undulata,
Clymeniida, 141, 161, 162, 165, 166, 191
Clypeaster, 360, 367, 368, 369, 373, 380, 382
Clypeasteroida, 373, 380, 384
Cnidaria, 11, 68, 388
Codaster, 335, 336, 337
Coccocrinus, 339

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Coelenterata, 11, 68
Coeloma , 280
C. macoveii, 280
Coelomata, 11
Coenothecalia, 69, 79
Coenothyris, 320
Coleoidea, 141, 180, 191
Coleoptera, 285, 290
Collembola, 286, 290
Collyrites, 373, 381
C. eliptica, 381, 382
Colobocentrotus, 365
Columnariidae, 88
Columnariina, 87
Conacea, 132
Conchostraca, 272
Congeria, 221
C. subglobosa,
C. rhomboidea, 222
Conidae, 119, 128
Conocardioidae, 194
Conocardium, 194
C. pseudobellum, 194
Conochitina, 49
C. striata, 49
Conoclypeus, 373, 379
C. conoideus, 379
Conoteuthis, 190
Conularia, 77
C. pyramidata, 78
Conulariida, 89
Conulata, 69
Conulus (=Echinoconus),
Conus, 115, 127, 128
Corallium rubrum, 80
Corynexochida, 260, 264, 265
Coscinocyathus, 65, 66, 67
Crania, 311, 312
C. ignabergensis, 313
Craniacea, 322
Crassatelidae, 232
Craticularia (=Laocaetis), 61
C. paradoxa, 61
Crinoidea, 324, 338, 391
Crinozoa, 324, 326
Crioceratites (=Crioceras), 173
C. nolani, 174
Crisia, 295, 296
Cristellaria, 20
C. schoenbachi, 20
C. siddaliana, 20
C. tenuis, 20

Crotalocrinites, 343
Crustacea, 246, 271, 291, 292
Crustoidea, 396, 403
Cryptodonta, 206, 207, 234, 235
Cryptograptus tricornis, 398
Cryptoschisma schultzi,
Cryptostomata, 297, 298, 301
Cryptozonia, 354
Ctenodonta, 202
Ctenodontidae, 231
Ctenostomata, 297, 300, 301
Cucumaria planci, 386
Cupressocrinites, 339, 346, 347
Cyataxonia, 87
C. cornu, 89
Cyataxoniidae, 87
Cyathocrinites, 339, 341, 345
C. longimanus, 347
Cyatophyllum,
Cyclolites, 98, 100
C. undulata, 98
Cyclolitidae, 98
Cyclomya, 113
Cyclostomata, 294, 296, 301
Cylicocrinus, 340
Cylindrophima, 62, 63
Cypellia, 61
Cypraea, 115
Cypridina, 276, 277
C. mediterranea, 273
Cypris, 276, 277
Cyrena, 202, 217
C. (Polymesoda) convexa, 217
C. semistriata, 222
Cyrenidae, 206, 217, 232
Cyrtobactrites, 156
Cyrtoceratidae,
Cyrtoceratites, 150
Cyrtograptus, 403, 404
Cyrtometopsis clavifrons, 258
Cyrtonella, 112, 113
Cyrtosoma, 110, 112
Cystiphylina, 87
Cystiphyllidae, 88
Cystiphyllum, 88

Cystoblastus, 329
C. kokeni, 330
Cystoidea, 324, 326, 328, 391
Cytherella, 276, 277

D

Dalmanellacea, 322
Daonella, 205
Decapoda (in Crustacea), 279, 278
Decapoda (in Cephalopoda), 141, 180
Dekayella, 297
Deltocyathus, 99
Dendrocrinus, 348
Dendrocystis, 325, 326
Demospongea, 58, 61
Dendrograptus, 397
Dendroidea, 394, 396, 404
Dendrophyllia, 99, 100
Dendrophyliidae, 99
Dendrophyllina, 96, 99
Dentalium, 195
D. sexangulare, 195
Dermaptera, 285, 290
Desmochitina, 49
D. nodosa, 49
Deuterostomia, 11, 54
Diadema, 363
Diadematoida, 384
Diaphanopterodea, 290
Dibranchia, 140, 180
Diasoma, 110, 193
Diastopora, 295, 296
Diceras, 198, 203, 225, 226, 227
D. arietinum, 226
Diceratidae, 206, 225, 235
Dicellograptus, 399
Dichograptus, 399, 401, 402, 404
Dicoelasia (=Bilobites), 314, 315
Dictyida, 61
Dictyonema, 396, 404
D. flabelliforme,397, 396
Dictyothyris, 320
Dictyospongia, 60, 61
Dicyclina, 43
Didacna, 220
D. subcarinata, 222
Didymograptus, 402
Diotocardia, 119
Dipleurula, 390
D. ancestor, 390
Diploblastica, 11
Diplocidaris, 377
D. gigantea, 376
Diplograptus, 398, 402, 404
D. (Orthograptus) calcaratus, 318
Diploporita, 329
Diplostraca, 272
Diplura, 290
Diptera, 285, 290
Discinisca, 305, 306, 308, 311, 312, 321
D. lamellosa, 313
Discinisacea, 322
Discocyclina (=Orthophragmina), 43
Discocyclinidae, 43
Discosorida, 141, 148, 150, 191
Discosoridae, 193
Dobrogeites, 169
Donacidae, 232
Donax, 198
D. novorossicus,
Dorsanum, 126
Douvilleiceras, 177
D. mamillatum, 177, 178
Douvilleiceratidae, 141, 177
Dreissena, 220
D. polymorpha, 222
Dreissenidae, 206, 220
Duvalia, 183
D. dilatata, 184

E

Echinidae, 359
Echinoconus (=Conulus), 373, 379
E. castanea, 379
Echinocorys (=Ananchites), 373, 381
E. vulgaris,381
E. ovata, 381, 382
Echinodermata, 11, 51, 54, 55, 322
Echinoida, 384
Echinoidea, 324, 356, 358, 364, 365, 366, 369, 391
Echinolampas, 368, 373, 381
E. calvimontanum, 382

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

E. kleini, 381
E. transilvanicus, 381
Echinothuridae, 359
Echinosphaera, 329
E. aurantium, 330
Echinozoa, 324, 356
Echinocystioidea,
Echinocystitoida, 384
Echinus, 359
Echiurida, 11
Ectocochilia,
Edrioaster, 357
E. bigsbyi, 357
Edrioasteroidea, 356, 389, 391
Eleutherocrinus, 322, 336, 337
Ellesmeroceras
Ellesmerocerida
Ellesmeroceridae
Ellipsocephalus
Elphidium
E. crispum
E. macellum
Embioptera, 285, 290
Emeraldella, 247, 248, 291
E. brocki, 248
Encrinus, 348, 347
E. cassianus, 348
E. liliiformis, 348
Endoceras, 154
Endoceratoidea, 141, 146, 154, 191, 192, 193
Endocochilia,
Endothyridae, 31, 32
Endothyra, 18, 31, 32
Enteropneusta, 392
Eocephalodiscus,
Eocrinoidea, 349, 350, 389
Eopteria ventricosa, 194
Ephemeroptera, 284, 290, 288
Errantia, 241
Estheria (=Isaura), 272
E. minuta,
Etmophyllum, 67
Eublastoidea, 336
Eucalyptocrinus, 345, 347
Eucidaris, 366
Euechinoidea, 324, 373, 377
Eulamellibranchia, 197
Eumetazoa, 11, 64
Eunice punctata, 243
Eunicites, 242
Euomphalus, 114, 120
Euomphalidae, 119, 120
Euphoberia, 281
Eurypterida, 267, 268
Eurypterus, 268
E. fischeri, 269
Euspirocrinites,339
Euthecalia,
Exogyra,213
E. virgula,212

F

Fasciphyllum,
F. conglomerata,
Faviidae, 98
Faviina, 96, 98
Favosites,102, 103, 104, 105
F. gothlandica, 103
Favositidae, 103
Fenestella, 298
F. retiformis, 298
Filibranchia, 197
Fissiculata, 336, 337
Flabellum, 99, 100
Flabellidae, 99
Flagellata,
Flexibilia, 324, 344, 346, 348, 349
Foersteoceras, 149
Foraminiferida, 13, 28
Fucus, 300
Fungia, 98
Fungiina, 96, 97
Fusidae, 119, 126
Fusulina, 32
Fusulinacea,
Fusulinidae, 15, 18, 31, 32
Fusulinina, 28, 32, 44
Fusus, 115, 126, 127
F. bilineatus, 127
F. longirostris, 127

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

G

Gastropoda, 110, 239
Gastrotricha,
Gephyroceras (=Manticoceras), 166
Gephyroceratidae, 141, 166
Gervilleia, 211
G. socialis (=Hoernesia socialis), 211, 212
Gigantoproductus giganteus, 315, 316
Gissocrinus, 342
Globigerina, 41
G. bulloides, 42
Globigerinacea, 16
Globigerinidae, 40, 41
Globorotallidae, 43
Globotruncana, 40, 41
G. arca, 41
G. lapparenti, 41
G. linneiana, 41, 42
G. stuarti, 41
Globotruncanidae, 40
Glosselytrodea, 290
Glossograptus quadrimucronatus, 401
Glycymeris (=Pectunculus), 209
G. (P). pilosus,
Glycymeridae, 206, 208, 234, 235
Glypticus, 373, 378
G. hieroglyphicus, 378, 379
Glyptograptus, 399
Glyphostomata, 373, 377
Gnathostomata (in Echinoidea), 373, 378
Gnathostomulida, 11, 51
Gomphoceras, 150
G. bohemicus, 152
Goniatites (=Glyphioceras), 162, 167
G. (Gly.) sphaericus, 168
Goniatitida, 141, 161, 163, 165, 167, 191
Goniatitidae, 141, 167
Goniophyllum, 88
G. pyramidale, 89
Goniophyllidae, 88
Gorgonaria, 69, 79
Graptolithina, 392, 394, 396
Graptoloidea, 396, 398, 400
Grylloblattodea, 285, 290
Gryphaeidae, 206, 213
Gymnolaemata, 293, 294, 295
Gypidula, 317
G. galeata, 315, 317
Gyraulus, 131
G. rumanus, 131

H

Hadromerida, 61
Haliclystus, 78
Haliotis, 115
Halysites, 102, 103
H. catenularia, 104
Halysitidae, 103
Hamites, 173
H. armatum, 173
H. atenuatus, 174
Hamitidae, 141, 173
Hantkenidae,
Hantkenina, 41
H. alabamensis, 42
Haplocerateaceae, 165
Haplocrinites, 338, 341, 345
H. mespiliformis, 347
Harpagodes (=Pterocera), 124
H. oceani, 125
Harpes, 261, 262, 266
Harpoceras, 176
H. (Grammoceras) radians, 178
Heliastrea, 98
Heliolites, 103, 105
Heliolitidae, 103
Heliopora, 79, 80
Helmintochiton, 111
Helicidae, 119, 131
Helicoplacoidea, 324, 356, 387
Helicoplacus, 387
Helix (=Plebecula), 132
H. mrazecii, 132
H. ramondi, 132
Hemicidaris, 361, 373, 377
Hemicidaroida, 373, 377, 384
Hemichordata (=Stomochordata)
Hemicytere villosa, 274
Heterodonta, 206, 216
Heteroptera, 285, 290
Hexacorallia (=Scleractinia), 90
Hexactinaria, 106
Hexactinellida, 60

Hexactinosa,
Hexagonaria hexagona, 88, 89
Hexapoda (=Insecta), 281
Hibolites, 183
H. jaculum, 184
Hildoceratidae, 141, 175
Hinia (=Nassa), 126, 127
H. semistriata, 118
Hippurites, 203, 227
H. cornuvaccinum, 228
H. radiosus, 228
Hippuritidae, 206, 227
Hippuritoida, 206, 225
Holasteroida, 373, 381
Holcophylloceras milaschewitschi, 171
Holectypoida, 373, 378, 384
Holectypus, 372, 379
H. depressus, 379
Holostomata, 373, 374
Holothuroidea, 324, 356, 385, 386, 391
Homalozoa, 324, 325
Homalonotus, 262, 263
Homoptera, 285, 290
Hoplites, 177
H. dentatus, 178
Hoplitidae, 141, 177
Hudsonaster, 354
H. incomptus, 353
Hyalospongea, 58
Hydra viridis, 71
Hydractinia, 71
H. echinata, 71
Hydrobia, 122
H. spicula, 123
H. vitrella, 123, 125
Hydrobiidae, 119, 122
Hydrocorallina, 68, 70, 72
Hydroida, 69
Hydroidea, 68, 69, 71
Hydrozoa, 68, 69, 70
Hymenoptera, 285, 290
Hyolitha, 110, 237
Hyolithes, 132, 237
H. primordialis, 237
Hyolithida, 237

I

Ichthyocrinus, 340, 341, 346
Illaenus, 258, 260, 261
I. chiron,
Inadunata, 324, 344, 345, 348, 349
Inarticulata, 304, 307, 311, 322
Inoceramidae, 206, 211, 235
Inoceramus, 196, 198, 211
I. labiatus, 212
Insecta (=Hexapoda), 271, 281, 291, 292
Isastrea, 97, 100
Isaura (=Estheria), 272
Isocrinus tyrolensis, 344
Isognomon, 198
Isopoda, 278, 281
Isoptera, 285, 290
Itruvia (=Transsylvanella), 129

J

Jerea, 62, 63
Joannites, 170
J. stefanescui,
Joannitidae, 141, 170

K

Kalbarria brimmellae, 291, 293
Ketophyllum subturbinatum, 83
Knightoconus, 153

L

Lagena, 20, 37, 38
Lagenochitina, 48
L. bohemica, 49
Laevaptychus latus, 165
Lamellaptychus lamellosus, 165
Lamellibranchia (Bivalvia), 196
Laocaetis (=Craticularia), 61
L. bohemica,
Larcoidea,
Leanchoilia, 247
L. superlata, 248
Ledidae, 231

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Lenticulina (=Robulus), 37, 38
Lepas, 278
*L. anatifera,*279
Leperditia, 276
Leperditicopida, 276, 278
Lepidocyclina, 43
Lepidocyclinidae, 43
Lepidoptera, 285, 290
Leptaena, 314
L. rhomboidalis, 315
Leptograptus, 399
Lichida, 263, 264, 265
Liogryphaea, 213
L. arcuata, 212
Limidae, 198
Limuloides limuloides,
Limulus, 267, 268
Linguatulida, 11, 245
Lingula, 310, 311, 312, 321
L. lewisi, 313
L. unguis, 313
Lingulella, 310, 311, 312
L. acutangulata, 313
Lingulida, 322
Lithistida, 57, 61, 62, 63
Lithocampe, 46
Lithophaga, 233
Lithorhizostomatida, 69
Lithostrotion, 86, 87, 88, 89
Lithostrotionidae,
Littorina, 132
Lituites, 150
L. lituus, 152
Lituitidae, 141, 150
Lobopoda, 292
Lobothyris, 320
L. gregaria, 320
L. ovulum, 320
L. punctata, 320
Loligo, 188, 190
Loxonematacea,132
Lucina, 199, 203, 218
L. incrassata, 218, 222
Lucinidae, 206, 218, 232, 235
Lychniscosa,
Lymnaea, 131
L. pachygaster, 132
Lymnaeidae, 119, 131
Lymnocardiidae, 206, 219, 233, 235, 236
Lymnocardium, 219
L. subsquamulosum, 222
Lyrodesma, 212, 214
L. coelata, 215
Lyrodesmatidae, 202, 206, 214, 232
Lyssakida, 60
Lytoceras, 172
L. adeloides, 173
L. fimbriatum, 172
Lytoceratida, 141, 163, 165, 177, 179, 191
Lytoceratidae, 141

M

Macrocephalites, 176
M. macrocephalus, 176
M. (Cranocephalites) pompeckji, 178
M. subtumidum, 176
Macrocephalitidae, 141, 176
Macrocystella, 350
Macroscaphites, 173
M. yvanii, 174
Macroscaphitidae, 171, 173
Macrura, 279
Mactra, 199, 221
M. bulgarica, 221
M. fabreana, 221
M. podolica, 221, 222
Mactridae, 206, 221
Madreporaria, 79
Magellania (=Waldheimia), 302, 320
M. flavescens, 319
Malacostraca, 272, 278
Mallophaga, 285, 290
Mandibulata, 246, 271
Manticoceras (=Gephyroceras), 166
M. intumescens, 168
Mantodea, 285
Marella, 250, 251
M. splendens, 250
Marellomorpha, 246, 250
Marsupites, 348, 347
Mecoptera, 285, 290
Medlicottia, 167
M. trautscholdi, 168

BCU WITWATERSRAND UNIVERSITY LIBRARY

Medlicottiidae, 141, 167
Megacystis, 327
Megalodon, 225, 226
Megalodontidae, 206, 225
Megaloptera, 285, 290
Meganeura, 283, 284
Megasecoptera, 290
Megateuthis, 190
M. giganteus,
Melanopsidae, 119, 124
Melanopsis, 124
M. soubeirani, 125
Melonechinus, 373, 375
M. multiporus, 376
Melonella, 62, 63
Membranipora, 299, 300
Merostomata, 266, 267
Merostomoidea, 246, 247
Mesocystis, 331
M. pusyrewski, 331
Mesogastropoda (=Taenioglossa), 199, 122
Mesolimulus walchi, 267
Metazoa, 11, 49, 54
Michelinoceras, 149
Micraster, 372, 373, 383
M. cor-anguinum, 383
*M. cor-testudinarum,*383
Micrasteridae, 366
Millepora, 72,73
Milleporina, 69, 72
Miliolidae, 27, 33, 34
Miliolina, 28, 33, 44
Miogypsina, 40
Miogypsinidae, 40, 43
Miogypsinoides, 40
M. lateralis
Miomoptera, 290
Miskoia, 242, 243
Mitroceras, 149
Mitrocystis, 325, 326
Modiolus, 209
M. volhynicus (=M. incrassatus), 209, 210
Mollusca, 11, 51, 55, 108
Molluscoidea, 303
Monactinellida, 61
Monodacna, 220
M. pseudocatillus, 220, 222
Monograptus, 398, 403, 404
M. comunis, 403
M. dubius, 398, 403
M. knockensis, 399
M. lobiferus, 398, 399
M. priodon, 398, 399, 403
M. spiralis, 398
M. tenuis, 398
M. (Spirograptus) turriculatus, 402
M. vomerinus, 398
Monophyllites, 171
M. aonis, 174
Monophyllitidae (=Ussuritidae), 171
Monoplacophora, 110, 112, 113, 239
Monopleura, 227
M. imbricata, 226
M. trilobata, 227
Monopleuridae, 206, 227
Monotocardia, 122
Montastrea,
Montlivaltia, 98, 100
Montlivaltiidae, 98
Monticulipora, 296
M. molesta, 297
Monura, 290
Morphoceras, 157, 161
Murchisonia, 122, 121
M. subsulcata,
Murchisoniidae, 119, 122
Murex, 118, 126
M. sublavatus, 126
M. turonensis, 127
Muricidae,119, 126
Mya, 200, 203, 223, 224
M. arenaria,
Myalina, 197
Myodocopida, 276, 277, 278
Myogypsinidae, 43
Myoida, 206, 223
Myidae
Myophoria, 215
M. kefersteini, 216
M. laevigata, 216
M. orbicularis, 216
M. pesanseris, 216
M. vulgaris, 215, 216

BCU BIBLIOTECA CENTRALĂ UNIVERSITARĂ LIBRARY

Myophoriidae, 206, 215
Myriapoda, 271, 292
Mytilidae, 209, 234, 235
Mytiloida, 206, 208
Mytilus, 209
M. aquitanicus, 209
M. haidingeri, 209
M. praeacutus, 209
M. eduliformis, 210

N

Naraoia, 247, 249
N. compacta, 248
Nassa (=Hinia),
Nassellaria, 45, 46
Natica, 115, 124, 125
Naticidae, 119, 124
Nautilida, 141, 148, 151, 191
Nautilidae, 141, 151, 193
Nautiloidea, 141, 142, 143, 145, 165, 191
Nautilus, 140, 142, 152, 153, 180
N. pompilius, 147
Nematoda, 54
Nemathelminthes, 11, 51, 55
Nemertini (=Nemertina), 11, 51, 54, 55
Neobelemnitidae, 141, 185
Neogastropoda (=Stenoglosasa), 119, 122, 124
Neopilina, 113, 114
N. galatheae, 112
Neosporidia,
Neoschwagerina, 33
Neotremata,
Nephranops, 268
Neptunea contraria, 138
N. c. var. destrorsa, 138
Nereis, 241
Nerinea, 115
N. carpatica,
Nerineidae, 119, 125
Neritidae, 119, 121
Neritina, 121, 126, 127
N. rumana, 121
N. carpatica, 126
Neuroptera, 285, 290
Nipponites, 174
N. mirabilis, 174
Nodosaria, 20, 37
Nodosariacea, 14
Nodosariidae,
Notostraca, 272
Novakia, 237
N. acuaria, 237
Nubecularia, 33
N. novorossica, 34
Nubeculariidae, *33*
Nucleocrinus verneuili, 335
Nucula, 198, 202, 207
N. placentia, 210
Nuculanidae, 206, 207
Nuculidae, 206, 207, 231, 234, 235
Nuculoida, 206, 207
Nummulites (=Camerina), 18, 38, 39
N. elegans, 40
N. levigatus, 39
Nummulitidae, 19, 38, 39

O

Obolella, 311, 312, 313
Obolellida, 311, 312, 313
Obolus, 305, 310, 311, 313
Octocorallia, 69, 79, 106
Octopoda, 141, 180, 187, 191
Octopus, 190
Odonata, 284, 288, 290
Odontopleura,
Odontopleurida, 263, 264, 265
Olenellus, 255, 259, 261
O. vermontanus, 255
Olenoides, 260
O. serratus, 256, 257
Olenus, 260, 261
Oliva, 126
Olividae, 119, 126
Omphyma (=Chonophyllum), 88
O. subturbinata, 89
Oncocerida, 141, 148, 149, 191
Oncoceridae, 193
Onychophora, 11, 51, 55, 244, 292
Opabinia, 250
O. regalis, 249
Oppelia, 176
O. fusca, 178

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Opellidae, 141, 176
Operculina, 40
O. canalifera, 40
O. complanata, 39
Ophidioceras, 150, 152
Ophidioceratidae, 141, 150
Ophiocistioidea, 324, 356, 383
Opisthobranchia, 118, 119, 128
Ophiotrix fragilis, 355
Ophiura sarsi, 355
Ophiuroidea, 324, 350, 355, 356, 391
Orbiculina (= Archais), 20, 34, 35, 36
Orbiculoidea, 310
Orbitoides, 16, 21, 42, 43
Orbitoididae, 19, 21, 42, 43
Orbitolina, 29, 30
Orbitolites, 20, 34, 35, 36
O. complanata, 36
Orbitolinidae, 15, 18, 29, 30, 43
Orbulina, 41, 42
O. universa,
Orophocrinus, 332
Orthacea, 322
Orthida, 309, 311, 314, 322
Orthis, 305, 308, 314
O. striatula, 315
Orthoceras, 149, 152, 237
Orthoceratidae (=Orthoceridae), 149, 193
Orthocerida, 141, 146, 149, 161, 191, 192
Orthophragmina (=Discocyclina), 43
Orthopsida, 384
Orthoptera, 284, 290
Orthothetes, 316
O. umbraculum, 316, 315
Ostracoda, 272
Ostrea, 205, 213, 233
O. crassissima, 233
O. digitalina, 212
Ostreidae, 206, 212, 234, 235

P

Pachastrella, 62
Pachydiscus, 177
P. (Parapachydiscus) levyi, 178
Pachydiscidae, 141, 159, 177
Palaechinoida, 373, 275, 376, 384
Palaechinus, 374, 375
Palaeodictyoptera, 283, 284, 290
Palaeoconus, 190
Palaeocopida, 276, 277, 288
Palaeoctopus,
Palaeoheterodonta, 206, 235, 236
Palaeolimulus, 268
Palaeomerus, 268, 270
P. hamiltoni, 270
Palaeophonus, 271
Palaeotaxodonta, 206, 207, 234, 235
Peneroplis, 34, 35
Paludina (=Viviparus),
Parabactridae, 193
Paracaudina brachyura, 385
Paracrinoidea, 349, 324, 350
Paradacna, 220
P. abichi, 222
Paradoxides, 259, 261
Parkinsonia, 176
P. parkinsoni, 176, 178
Parkinsoniidae, 141, 176
Patella, 115, 120, 121
P. coronensis,
Patellidae, 119, 120
Pecten, 200, 205, 211, 212
Pectinidae, 198, 206, 211, 234, 235
Pectunculus (=Glycymeris),
Pennatularia, 69, 79
Pentacrinus, 343, 348
P. tuberculatus, 347
Pentamerida, 311, 316, 322
Pentamerus, 307, 308, 316
P. oblongus, 315
Pentremites, 332, 333, 334, 335, 336
Peregrinella, 317
P. peregrina, 319
Peripatopsis, 244
Peripatus zealandiae, 244
Perischoechinoidea, 324, 373, 374
Perisphinctaceae, 165
Perisphinctes,
P. nikitini, 178
P. transilvanicus, 177
Perisphinctidae, 141, 176
Permoteuthis, 185
Peronidella, 59
P. cylindrica, 59
Phacops, 253, 257, 259

BCU LIBRARY

Phacopida, 262, 263, 264, 265
Phanerozonia, 354
Pharetronida, 59
Phasmatodea, 285, 290
Phillipastraeidae, 88
Phillipsia, 261, 262
Pholas, 223, 224, 233
Ph.dactylus, 223
Ph. pussila, 222
Pholadidae, 206, 223
Pholadomya, 230
Ph. alpina, 230
Ph. hausmani, 230
Ph. murchisoni, 230
Pholadomyoida, 206, 229, 235
Pholadomyidae, 206, 230, 234, 236
Pheodaria (=Trypilaria),
Phragmatis, 355
Phragmoceratidae, 141, 150
Phragmoceras, 150
Ph. broderipi, 152
Phragmoteuthida, 141, 185, 190
Phragmoteuthis, 185, 190
Phylactolaemata, 141, 185, 190
Phylloceras, 172, 174
Ph. heterophyllum,
Phylloceratida, 163, 165, 167, 171, 179, 191
Phylloceratidae, 141
Phyllograptus, 402
Phymosoma, 363
Phymosomatoida, 373, 378
Physa, 131, 132
Pinacoceras, 171
P. giganteum, 171
P. metternichi, 171
Pinacoceratidae, 141, 159, 171
Pinacophyllum,
Pinna, 197, 209, 210
Pinnidae, 206, 209
Pisidium, 217
P. amnicum, 222
P. iasiense, 217
Placophora, 110, 111
Planorbidae, 119, 131
Planorbis, 115, 131, 132
Plasmopora, 102
Plathelminthes, 11, 51, 54, 55
Platyceras, 349
Platythyris, 320
P. mountoniana, 320
Plebecula (=Helix),
Plecoptera, 285, 290
Plectronoceras, 148, 152
Plectronoceridae,
Plesiastrea (=Heliastra), 98, 100
Plesioteuthis, 185
Pleurocoela, 119, 128
Pleurocystis, 329
P. filitextus, 330
Pleuronautilus, 151
P. ampezzanus, 151
Pleurodictyum, 103, 104
P. problematicum, 103, 104
Pleurophyllum, 107
Pleurotomaria, 114, 120
P. babeauana, 120
P. concava, 120
P. subscalaria, 121
Pleurotomariacea, 132
Pleurotomariidae, 119, 120
Pleurotoma, 127
P. cataphracta, 128
P. prisca, 127
Pleurotomidae, 119, 127
Podocopida, 274, 276, 277, 278
Podocyrtis, 46
Pogonophora, 11, 51, 55
Polychaeta, 240, 241
Polyplacophora, 110, 111, 239
Polypora, 298
P. simulatrix, 298
Porifera (=Spongiaria, Spongia), 11, 55
Porites, 98, 100
Poritidae, 98
Porocidaris veronensis, 365
Porosa, 96
Porodiscus, 46
Porosononion, 16
Porospathis, 46, 47
Portunus, 280
P. oligocenicus, 280
Posidonia, 211
P. becheri, 211, 212
Posidoniidae, 206, 211, 234, 235
Potamides, 123
Praecardioida, 206, 208
Prasopora, 294, 297

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Priapulida, 11
Productacea, 322
Productus, 305, 316
P. (Dictyoclostus) semireticulatus, 315
Proetacea, 264, 265
Proidothea, 281
P. haugi, 281
Prolecanitida, 141, 163, 165, 167, 191
Propachastella, 62
Prosobranchia, 118, 119
Prosodacna (=Psilodon), 219
P. haueri, 219, 222
P. neumayeri, 220
Protancyloceras, 173
Protarthropoda, 245
Protobranchia, 197
Protopaleaster matutinus, 353
Protostomia, 11
Protula, 242, 243
Prunoidea,
Protelytroptera, 290
Protista, 12
Protoblastoidea, 336
Protodonata, 283, 285, 290
Protorthoptera,
Protostomia, 11, 54
Protozoa, 11, 12, 54
Protremata,
Pseudigastrioceras, 179
Pseudodiadema, 371, 372
Pseudonostraca, 246, 249
Pseudothecalia, 96
Psilunio bielzi, 214
P. subrecurvus
Psocoptera, 285, 290
Pteriidae, 206, 210
Pterioida, 206, 210, 235
Pteriomorphia, 206, 208, 234, 235, 236
Pterobranchiata, 391, 392
Pterocera (=Harpagodes),
Pteropoda, 119, 128, 130
Pterygota, 119, 128, 130
Pterygotus, 269, 270
Ptychoparia,
P. striata, 259
Ptychopariida, 260, 264, 265
Pulmonata, 118, 119, 130, 132
Pupa, 115
Purpura, 115
Pygaster, 371, 372
Pygasteroida, 384
Pygope, 320
P. bouei, 320
P. diphioides, 320
P. janitor, 319, 320
Pygurus, 360, 367, 368
Pyrgo (=Biloculina),

Q

Quinqueloculina, 33, 34

R

Radiolaria, 45
Radiolites, 229
R. praegalloprovincialis, 226
Radiolitidae, 206, 229
Ranina, 280
R. marestiana, 280
Raphidioptera, 285, 290
Rastrites (=Monograptus) longispinus, 398, 399, 403
Rayonnoceras
Receptaculida, 55, 65
Receptaculites, 65
Redlichia, 259
Redlichiida, 259
Requienia, 226, 227
R. ammonia
Requieniidae, 206, 227
Rhabdamina, 29
Rhabdocidaris, 376, 377
Rhabdopleura, 393, 394
R. normanni, 393
Rhabdopleurida, 393
Rhabdopleuroides,
Rhaetavicula, 210
R. contorta, 212
Rhipidocystis, 325, 326
Rhizocrinus, 344
Rhizopoda, 12, 13
Rhizostomites, 77, 78
R. admirandus,

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Rhombifera, 329
Rhopalastrum, 46
Rhopalonaria, 299, 300
Rhynchonella, 305, 317, 319
Rhynchonellacea, 309
Rhynchonellida, 311, 317, 322
Richthofenia, 305, 316, 321
R. lawrenciana, 315
Ringicula, 129
R. buccinea, 129
Ringiculidae, 119, 129
Robertinacea,
Romanites, 170
R. simionescui, 170
Romingeria, 102
Rostellaria, 124
R. columbaria, 125
Rostellariidae, 119, 124
Rostroconchia, 110, 194, 239
Rotalia (=Ammonia), 37
R. beccari, 38
Rotaliina, 14, 28, 44
Rotalipora, 40
R. appeninica, 42
Rotaliporidae, 40
Rotifera, 54
Rotularia, 242, 243
Rudistacea, 196
Rugosa, 69, 81, 82, 84, 105
Rustella, 314, 315
Rustellida, 314, 315, 322

S

Sabellidae,
Saccamina, 29
S. sphaerica, 29
Saccocoma, 349
Sageceras, 168
S. haidingeri, 168
Sageceratidae, 141, 168
Sagenocrinites, 340, 341, 346
Salenia, 370, 373, 378, 379
Saleniidae, 359, 373
Salenoida, 384
Salteraster asperrimus, 353
Sao, 260, 261
S. hirsuta, 258
Sarcodina, 12
Sargassum, 300
Scaphites, 175
Scaphitidae, 141, 175
Scaphopoda (=Solenoconcha), 110, 195, 239
Scenella, 112, 113
Schizaster,
S. archiaci
Schizasteridae, 366
Schizoporella, 299
Schwagerina, 32
S. princeps, 32
Scleractinia, 69, 81, 90, 96, 105, 107
Scolithus, 242
Scutella, 373, 380
S. rotundata, 382
S. subtrigona, 382
S. vindobonensis, 380
Scutellum (=Bronteus), 260
Scyphomedusae, 42, 69, 77
Scyphozoa, 69, 76
Sedentaria, 241, 242
Sepia, 140, 186, 190
Sepiida, 141, 185, 191
Sepiidae, 193
Septibranchia, 197
Serpula, 242
S. contortuplicata, 243
S. gregaria, 243
Serpulidae, 242
Sidneyia, 247, 248
S. inexpectans,
Siphonaptera, 285, 290
Siphonia, 62, 63
Siphonophora, 69, 70
Sipunculida, 11, 391
Solarium, 115
Solen, 223
S. subfragilis, 222
Solenidae, 206, 221
Solenastrea, 98, 100
Sollasia, 59, 60
Somasteroidea, 324, 350, 351, 355, 356
Soritidae, 34, 35
Spatangidae, 368
Spatangoida, 366, 368, 373, 382, 384, 385
Spatangus, 373, 383
S. austriacus, 382

Sphaeroidea,
Sphaeroidina bulloides, 44
Sphaerophthalmus alatus, 258
Sphaerulites, 229
S. angeoides, 226
Sphinctozoa (=Thalamida), 59
Spiraculata, 336
Spiratella, 130
S. nucleata, 129
Spiratellidae, 119, 130
Spirifer, 305, 318
S. (Cyrtospirifer) sulcifer, 319
S. histericus, 318
S. tornacensis, 318
Spiriferacea, 317
Spiriferida, 310, 311, 317, 322
Spiroloculina, 33, 34
Spiropora, 295
S. majuscula, 296
Spirorbis, 242, 243
Spirotrichida,
Spirula, 185, 188, 190
Spirulirostra, 185, 188, 190
Spondylidae, 206, 213
Spondylus, 213
S. crassicosta, 213
S. miocaenicus, 212, 213
Spongiaria (=Porifera, Spongia), 54
Spongillidae, 64
Sporozoa,
Spumellaria, 45
Stelleroidea, 350, 324
Stellispongia, 59
S. glomerata, 59
Stenodictya, 283
S. lobata, 284
Stenoglosasa (=Neogastropoda),
Stenolaemata, 293, 294, 295
Stephanoceras, 176
S. humphriesianum, 178
Stephanocerataceae, 165
Stephanoceratidae, 141, 176
Stereotoceras, 149
Stolonoidea, 396, 398, 404
Stomatopora, 295, 296
Stomechinus, 373, 378
S. bigranularis, 379
S. perlatus, 378
Stomochordata (=Hemichordata), 11, 51, 54, 55, 391, 392
Strabops, 268
S. tracheri, 267
Streptelasma, 87
Streptelasmatina, 87
Streptelasmidae, 87
Stresiptera, 285, 290
Stringocephalus, 305, 308
S. burtini
Strombacea, 132
Stromatopora, 74
Stromatoporoidea, 69, 74
Strongylocentrotus, 359, 365, 371
Strophomena, 305, 308, 311
S. rhomboidalis, 315
Strophomenacea, 322
Strophomenida, 310, 311, 314, 322
Strophomenidae, 309
Stylasterina, 69, 72
Stylodacna, 220
S. heberti, 222
Stylommatophora, 119, 131
Stylonurus, 270
S. excelsior, 269
Symphita, 285
Synaptichus, 175
Syringopora, 102, 104, 105

T

Tabulata, 69, 101, 102, 105
Tachypleus, 268
Taenioglossa (=Mesogastropoda),
Tainoceratidae, 141, 151
Tapes, 218
T. gregarius, 218, 222
Tardigrada, 11, 245
Tarphycerida, 141, 148, 150, 191
Taxocrinus, 339, 341, 346
Teleotremata,
Tellinidae, 233
Temnopleuroida, 384
Tentaculites, 132, 237
Tentaculitida, 237
Tentaculoidea, 110, 236, 237
Terataspis, 263

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Terebellidae,
Terebratulida, 310, 311, 318, 322
Terebratula, 303, 305, 311, 319
T. hilarionis, 319
Terebratulina, 319, 320
Teredinidae, 206, 224
Teredo, 224, 233
Tergomya, 114
Tetrabranchia, 140
Tetragraptus, 402
Teudopsis, 185
Teuthida, 141, 185, 191
Textularia, 29
Textulariina, 28, 29, 44
Thalamida (=Sphinctozoa), 59
Thamnasteria, 97, 100
Thamnasteriidae, 97
Thecophora, 69, 71
Theodoxus (=Calvertia), 121
T. stefanescui, 121
Thysanoptera, 285, 290
Thysanura, 284, 290
Tetracidaris, 377
Tetractinellida,
Tiarechinus, 377
T. princeps, 376
Ticinella, 40
T. roberti, 42
Tintinnina, 47, 48
Tintinopsella, 48
T. carpathica, 48
Tintinnopsis campanula, 48
Tirolites, 169
T. rossicus, 170
Tirolitidae, 141, 169
Tissotia, 179
T. tissoti, 178
Tissotiidae, 141, 179
Toucasia, 227
T. carinata, 226
Trachyceras, 169
T. austriacum, 170
Trachyceratitidae, 141, 169
Trachylina, 69
Trachypleura, 111
Trajanella, 123
T. fadaltensis, 125
Trajanellidae, 119, 123
Tremadictyon, 61
Trepostomata, 295, 296, 297, 301
Triarthrus, 253
Triaxonida, 60
Trichoptera, 285, 290
Trigonia, 216, 232
T. bronni, 215, 216
T. meriani, 199
Trigoniidae, 206, 216
Trigonioida, 206, 214
Trigonograptus ensiformis, 398
Trilobita, 252, 292
Trilobitomorpha, 246
Triloculina, 33, 34
Trimeroceratidae, 149
Trinucleus, 261, 262
Triops, 248, 249
Triploblastica, 11
Trochocyathus, 39, 100
Trochus, 115, 118, 120, 121
T. podolicus, 120
Trochidae, 119, 120
Troostocrinus, 332
Tropitidae, 161
Tryblidium, 112
T. reticulatum, 113
Trypilaria (=Pheodaria), 45, 47
Tubiporida, 69, 79
Tubipora musica, 80
Tuboidea, 396, 397, 404
Turbinidae, 119, 120
Turbinolia, 98, 100
Turbo (=Barbotella), 115, 118, 120, 121
T. barboti, i121
Turrilites, 174
T. costatus,
Turrilitidae, 141, 174
Turritella, 115, 123, 125, 158
Turritellidae, 119, 123

U

Urochordata, 11
Ussuritidae (=Monophyllitidae), 141, 171
Uncites, 318
U. gryphus, 318, 319
Unio, 214
U. pristinus, 214
U. rumanus, 215

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

U. subatavus, 214
Unionidae, 206, 214, 233
Unionoida, 206, 213
Uniramia, 292
Urastella montana, 353
U. thraivensis, 353

V

Valenciennidae, 119, 131
Valenciennius, 131, 132
V. annulatus, 131
Vampyromorpha, 141, 187
Vampyroteuthis infernalis, 187
Velates, 122
V. schmidelianus, 122
Veneroida, 206, 216
Ventriculites, 61
Venus, 199, 217, 324
V. mercenaria, 199
V. multilamella, 218, 222
Veneridae, 198, 206, 217, 233
Vermetidae, 119, 123
Vermetus, 115, 123
V. arenarius, 123
V. intorta, 125
Verneuilinidae, 43
Verruculina, 63
V. auriformis, 63
Vertebrata,
Villebrunaster, 351
V. thorali, 351
Viviparus (=Paludina), 118, 122, 125
V. bifarcinatus, 125
V. dezmanianus, 125
V. rumanus, 125
Viviparidae, 119, 122
Volchovia, 387
V. mobilis, 387
Volvox, 52

W

Waldheimia (=Magellania), 320
Waptia, 249
W. fieldensis, 249
Wiwaxia, 242, 243

X

Xenusion, 244
X. auerswaldae, 244
Xiphosura, 267, 270

Y

Yanhecerida,
Yoldia, 207
Y. arctica, 210

Z

Zaphrentis, 84, 87
Zaphrentidae, 87
Zeilleria, 320
Z. cornuta, 320
Z. numismalis, 319, 320
Z. quadrifida, 320
Zigospira recurvirostrata, 310
Zoantharia, 69, 79, 106
Zoanthiniaria, **106**
Zoraptera, 285, 290

BCU ASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

BCU IASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

TIPARUL EXECUTAT LA
IMPRIMERIA EDITURII UNIVERSITĂȚII
„ALEXANDRU IOAN CUZA" DIN IAȘI
700511 Iași, Păcurari 9, tel./fax 0232 314947
Format 70×100/16
Coli tipo 26.75
Aparut 2003
Comanda 1.555

BCU IAȘI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Edrioaster bigsbyi Billings –
echinoderm din Ordovicianul Canadei

ISBN 973-8243-56-4
973-8243-88-2